

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ
UNIVERZITA OSTRAVA
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Institut environmentálního inženýrství**

**MONITORING A VYHODNOCENÍ STAVU
KANALIZAČNÍ SÍTĚ V OBCI ŠTRAMBERK PŘED A PO
REKONSTRUKCI
MONITORING AND EVALUATION OF THE STATE OF
THE SEWER SYSTEM IN VILLAGE ŠTRAMBERK
BEFORE AND AFTER RECONSTRUCTION**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:

Jakub Lopusný

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Dvorský, Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Jakub Lopusný**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102R006 Technologie a hospodaření s vodou
Téma: **Monitoring a vyhodnocení stavu kanalizační sítě Štramberk před a po rekonstrukci**
Monitoring and evaluation of the state of the sewer system in village Štramberk before and after reconstruction.
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod,
2. Monitoring a vyhodnocení kanalizační sítě před rekonstrukcí,
3. Identifikace problémů,
4. Teoretické principy řešení,
5. Návrh opatření pro odstranění závad a jejich ekonomické zhodnocení,
6. Monitoring a vyhodnocení kanalizační sítě po rekonstrukci,
7. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

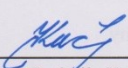
- [1] HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. Příručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 01.12.2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [2] PYTL, V. a kolektiv. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Libeznice: Medim, spol. s r.o., 2012. ISBN 978-80-87140-26-0.
- [3] NYPL, V., SYNÁČKOVÁ, M. Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování. Praha: ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01729-X.
- [4] HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P., HLUŠTÍK, P., MIFEK, R. Stokování a čištění odpadních vod, modul 2: čištění odpadních vod. Brno, 2006.
- [5] ČSN 75 6101. Stokové sítě a kanalizační přípojky. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [6] REŠETKA, D.: Stokování a čištění odpadních vod II - čištění odpadních vod. ES VUT Brno 1990.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

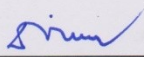
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Dvorský, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 29.04.2016


doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu




prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení autora bakalářské práce

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informativním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne

Jakub Lopusný

Summary

In the present work is described reconstruction of sewerage in village Štramberk which was checked by one of the monitoring ITV devices and then was evaluated the status of the monitored sewer pipe system. There are also described various camera systems that SmVaK Ostrava a.s. use, whose supplier is the company BMH s.r.o. Olomouc. In the next step are suggest other options of reconstruction of sewerage in the street Horní Bašta village Štramberk. At the end of this study are compared individual proposals for the reconstruction and choose one cheapest of them.

Keywords: TV, Panorama, IBAK, ITV, RAUSCH, KASRO, INSAK, UV LINER, BMH spol. s r.o. Olomouc, SmVaK Ostrava a.s

Anotace

V této práci je popisována rekonstrukce kanalizace v obci Štramberk, která byla zmonitorována jedním z monitorovacích zařízení ITV a poté byl vyhodnocen stav sledovaného kanalizačního úseku potrubí. Jsou zde rovněž popsány jednotlivé kamerové systémy, které využívá společnost SmVaK Ostrava a.s, jejímž dodavatelem je firma BMH s r.o. Olomouc. Dále jsou pak navrženy další možnosti rekonstrukce kanalizace v ulici Horní Bašta obce Štramberk. Na závěr této práce jsou porovnány cenové náklady jednotlivých návrhů a zvolen jeden cenově nejlevnější z nich.

Klíčová slova: Monitoring, kanalizace, rekonstrukce, TV, Panorama, IBAK, ITV, RAUSCH, KASRO, INSAK, UV LINER, BMH spol. s r.o. Olomouc, SmVaK Ostrava a.s

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Tomáši Dvorskému, Ph.D. za vedení při psaní této bakalářské práce, za poskytnutí potřebných informací ochotu a čas, který mi věnoval.

Obsah

1. ÚVOD.....	1
Cíl práce.....	1
1.1 Obec Štramberk	5
1.2 Charakter lokality	7
1.3 Odpadní vody.....	7
1.3.1 Odpadní vody z městské vybavenosti	9
1.4 Popis stokové sítě	9
1.4.1 Technický popis stokové sítě	10
2. Monitoring a vyhodnocení kanalizační sítě před rekonstrukcí.....	10
2.1 Vyhodnocení před rekonstrukcí	12
3. Identifikace problému	14
4.Teoretické principy řešení	15
4.1 Účel odvodňování staveb.....	15
4.1.1 Klasická koncepce odvodnění	16
4.1.2 Moderní koncepce odvodnění.....	17
4.1.3 Emisní strategie	18
4.1.4 Imisní strategie.....	19
4.2 Stokové soustavy	20
4.2.1 Jednotná stoková soustava	20
4.2.2 Oddílná stoková soustava	22
4.2.3 Modifikovaná stoková soustava	23
4.2.4 Systémy uspořádání gravitačních stokových sítí.....	24
4.2.5 Radiální systém.....	25
4.2.6 Větevový systém	26
4.2.7 Úchytný systém	26
4.2.8 Pásmový systém	27
4.3 Kamerové systémy, typy monitorovacích zařízení	27
4.3.1 Nástrčná kamera IBAK Orion	28
4.3.2 Kamera ITV	28
4.3.3 Monitorovací zařízení Rausch	30
4.3.4 PANORAMO	30

4.3.5 Práce kanalizačními roboty KASRO	31
4.3.6 Jednotlivé opravy v návaznosti na použitý nástroj	32
4.3.7 Technologie krátkých rukávů	34
4.3.8 Inverzní technologie pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí.....	35
4.3.9 Technologie UV Liner pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí	41
4.4 Principy řešení	44
5. Návrh opatření pro odstranění závad a jejich ekonomické zhodnocení	46
5.1 Rekonstrukce kanalizace výkopem a vložkováním	46
5.2 Rekonstrukce kanalizace celkovým vyvložkováním	51
5.3 Rekonstrukce kanalizace výkopem a vyložkováním při změně materiálu kanalizačních trub	53
5.4 Ekonomické zhodnocení.....	56
6. Monitoring a vyhodnocení kanalizační sítě po rekonstrukci.....	57
6.1 Úsek rekonstruován vložkou INSAK	57
6.2 Úsek zrekonstruován Tvárnou Litinou	59
7. Závěr	60
8. Seznam použité literatury	61
Seznam zahraničních zdrojů:	68
Seznam tabulek:.....	69

1. ÚVOD

Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je monitoring a vyhodnocení stavu kanalizační sítě v ulici Horní Bašta města Štramberk před a po rekonstrukci a následné navržení odstranění závad a jejich ekonomické shodnocení.

Historie a vývoj městského odvodnění

Počátky nakládání s odpadními vodami se datují již do období před 5000 lety. Vykopávky v pákistánské provincii Sindh dokládají důkazy o existenci vysoce rozvinuté městské kultury. Disponovala stokami, které byly provedeny z pálených cihel a usazovacími nádržemi, které bylo možné vyvážet. Zbytky vodovodních potrubí je možné nalézt ve všech větších antických městech. V Athénách, olympii, Samosu, Milétu a Alexandrii byly také vybudovány odvodňovací systémy. [1]

Od dob kdy se člověk naučil tavit bronz, měď, železo, olovo, cín a stříbro zejména v oblastech babylónsko-asyrské kultury a starověkých států okolo Středozemního moře již nebyly produkovány pouze organické odpady. Metalurgie té doby využívala anorganické materiály jako byla síra, arzén, magnesium a olovo. Tyto odpady se samozřejmě dostávaly do řek. [1]

Starověký Řím byl městem vody. Obyvatelé Říma měli zásobování vodou, které se jim dá závidět do dnes. Zhruba 992 miliónů – 1,3 miliard litrů čisté vody teklo denně přes 19 akvaduktů, 590 fontán a 700 bazénů, ze kterých místní obyvatelé mohli odebírat vodu. [1]

Řekové a Římané měli vodu ve velké vážnosti. O umění Řeků v oboru stokových staveb svědčí odvodnění paláce v Tyrinsu z doby asi 1300 před n.l., odvodnění města Agrigentu z 5 stol. Před n.l., Smyrny a Alexandrie ze 4 stol. Před n.l. Splašky byly z většiny domů vypouštěny strouhami na ulici, nebo na zahradu. V některých případech byly u domů zřizovány žumpy. Záchody se obvykle stavěly u kuchyně a sloužily k vylévání kuchyňských splašků. Kde nebyly záchody, používalo se nádob na fekálie, které byly vynášeny otroky. [2]

Nejznámějším dílem Římanů je stoková síť Cloaca maxima v Římě, za starověku nesla jméno Venuše. Odvodňuje nestarší část Říma, z doby po 3. stol. před n.l., později rozšiřované a dopňované stokami u kterých místo kamene byla klenba cihlová. Soukromé záchody byly umístěny poblíž kuchyní, nebo byly používány zvláštní vázy, které byly odnášeny a prázdněny do kanálů a žump. [2]

V Paříži za doby Ludvíka XI. šlechta používala jako toaletu trůny, které byly přenášeny z místnosti do místnosti jejich sluhy. Šlechtici či dvorní seděli uprostřed místnosti a nechali se obveselovat nebo diktovali poštu písařům. Lidé nebyli nijak úzkostliví, v 18. století služebné prázdnily své kbelíčky přímo z okna. V Paříži, která s 500 tisíci obyvateli byla největší v Evropě, byl problém natolik vážný, že dokonce Akademie věd začala hledat řešení. Již v roce 1790 válečný hygienik jordán doporučil čištění vody přes pískové filtry. [2]

Kanalizační systém v Paříži je spojen se jménem inženýra a geologa Eugena belgranda. Výstavba kanalizační sítě začala uprostřed 19. století pod vedením Napoléona III. Dnes je dlouhá 2100 km a ústí do největší biologické čistírny v Evropě. Paříž nyní produkuje 2,1 mil. m³ odpadních vod za den. [2]

Splachovací záchod byl objeven v Anglii v roce 1775. Na kontinentu byl poprvé použit v Hamburku v roce 1840. [2]

Stokovými sítěmi bylo vyřešeno odvádění odpadní vody z měst. Stále se však nic neudělalo pro její čištění. [2]

V 19. stol. Byla Temže nejvíce znečištěná řeka tzv. „světová stoka“. Teprve v roce 1859 díky teplému létu přinutili obyvatelé Londýna parlament, aby začal budovat čistírnu odpadních vod. Dnes patří Temže k nejčistším řekám v Evropě. [2]

V Praze v době morové epidemie v r. 1585 bylo vydáno královské nařízení, zakazující vyhazování jakýchkoliv odpadků a nečistot na ulici, vypouštění splachů a krve řezníky, kydání hnoje na ulici a vypouštění prasat na ulici.

V roce 1621 byl v Praze ustanoven první odpovědný dozorce nad čistotou města. V roce 1620 si vybudoval řád jezuitů vlastní klenutou stoku k odvodnění Klementina a bylo rozhodnuto o zřízení klenuté stoky od kostela sv. Jindřicha k městským hradbám. [2]

S výstavbou pražské kanalizace bylo započato koncem 18. století. V letech 1816 – 1828 zásluhou nejvyššího purkrabího Chotka došlo k prudkému rozmachu výstavby kanalizace, bylo postaveno 44 km stok, které ústily 35 výústěmi do Vltavy. [2]

Wastewater treatment

If the term "wastewater treatment" is confusing to you, you might think of it as "sewage treatment." Nature has an amazing ability to cope with small amounts of water wastes and pollution, but it would be overwhelmed if we didn't treat the billions of gallons of wastewater and sewage produced every day before releasing it back to the environment. Treatment plants reduce pollutants in wastewater to a level nature can handle. [3]

Wastewater is used water. It includes substances such as human waste, food scraps, oils, soaps and chemicals. In homes, this includes water from sinks, showers, bathtubs, toilets, washing machines and dishwashers. Businesses and industries also contribute their share of used water that must be cleaned. [3]

Wastewater also includes storm runoff. Although some people assume that the rain that runs down the street during a storm is fairly clean, it isn't. Harmful substances that wash off roads, parking lots, and rooftops can harm our rivers and lakes. [3]

Effects of wastewater pollutants

If wastewater is not properly treated, then the environment and human health can be negatively impacted. These impacts can include harm to fish and wildlife populations, oxygen depletion, beach closures and other restrictions on recreational water use, restrictions on fish and shellfish harvesting and contamination of drinking water. Environment Canada provides some examples of pollutants that can be found in wastewater and the potentially harmful effects these substances can have on ecosystems and human health:

- decaying organic matter and debris can use up the dissolved oxygen in a lake so fish and other aquatic biota cannot survive;
- excessive nutrients, such as phosphorus and nitrogen (including ammonia), can cause eutrophication, or over-fertilization of receiving waters, which can be toxic to aquatic organisms, promote excessive plant growth, reduce available oxygen, harm spawning grounds, alter habitat and lead to a decline in certain species;
- chlorine compounds and inorganic chloramines can be toxic to aquatic invertebrates, algae and fish;
- bacteria, viruses and disease-causing pathogens can pollute beaches and contaminate shellfish populations, leading to restrictions on human recreation, drinking water consumption and shellfish consumption;
- metals, such as mercury, lead, cadmium, chromium and arsenic can have acute and chronic toxic effects on species.
- other substances such as some pharmaceutical and personal care products, primarily entering the environment in wastewater effluents, may also pose threats to human health, aquatic life and wildlife. [3]

Monitoring trubních sítí

Monitoring trubních sítí je v současné době využíván jak provozovateli kanalizačních sítí, tak i provozovateli jiných trubních vedení. Pomocí této metody se kontroluje stav zkoumaného trubního vedení. Jednotlivé monitorovací zařízení „kamery“ jsou velikostně přizpůsobeny průměru potrubí, nahlížení do přípojek, k opravám jednoduchých závad v potrubí, případně i frézování potrubí.

Každá kamera je přepravována speciálním vozem k tomu přizpůsobeným a je ovládána zodpovědným technikem ve velině vozu. Tento technik provede průzkum zkoumaného úseku kanalizace a na závěr vyhodnotí protokol, ve kterém jsou uvedeny veškeré závady a průběžný stav zkoumaného potrubí. Na základě tohoto protokolu se pak rozhodne, jakým způsobem bude zkoumaný úsek zrekonstruován, nebo zdali vyhovuje provozu.

1.1 Obec Štramberk

Je město na Moravě v okrese Nový Jičín poblíž města Kopřivnice. Leží na svazích zámeckého kopce, kotouče a Bílé hory v Libotínských vrších podhůří Beskyd. Dominantou města je hrad Štramberk (Strallenberg) s gotickou věží Trúba o výšce 40 m a průměru 10m, která slouží od r. 1903 jako rozhledna. Podhradí bylo v roce 1359 povýšeno moravským markrabětem Janem Jindřichem lucemburským na městečko. Ve městě na náměstí sídlí Muzeum Štramberk a Muzeum Zdeňka Buriana. Zdejší městská památková rezervace chrání nejen samotné jádro města, ale zejména historickou dřevěnou zástavbu na předměstí. [4]

Na hoře kotouč se nachází městský park Národní sad s galerií soch a památníků osobností české historie a s jeskyní Šipka, která se proslavila nálezem zlomku spodní čelisti neandertálského dítěte, tzv. „Šipecká čelist“. Objevitelem byl Karel Jaroslav Mašek (1815-1916). Autorem jeho pamětní desky odhalené 6. srpna 1922 na stěně jeskyně byl sochař František Juraň. [4]



Obr. 1 Letecký snímek města Štramberk [5]

Kotouč Štramberk

KOTOUČ ŠTRAMBERK, spol. s r.o. je známý výrobce stavebních materiálů (vápno, hydrát), surovin k odsiřovacím procesům v tepelných elektrárnách, teplárnách, surovin pro hutní a chemickou výrobu a cukrovary. [6]

Základní náplní výrobní činnosti je kusový vápenec tříděný, určený pro odsiřování tepelných elektráren, tepláren, pro hutní, chemickou a potravinářskou výrobu, mletý vápenec pro zemědělství, důlní a chemickou výrobu a k odlučování oxidů síry z kouřových plynů fluidních kotlů tepláren a elektráren, vápno vzdušné bílé kusové pro hutní a stavební výrobu, vápno vzdušné bílé velmi jemně mleté pro stavební účely, pro odsiřování, vápenný hydrát pro stavebnictví a úpravu pitné vody a mletá struska do maltových a betonových směsí. Z celkové produkce společnosti směřuje nemalé množství do oblasti ekologie, u vápenců je to přibližně 60% z celkového objemu a u vápna cca 30%. Vlastníkem společnosti je firma LASSELSBERGER, s. r. o. Plzeň. [6]



Obr. 2 Kotouč Štramberk – Lom [7]

1.2 Charakter lokality

Ve městě Štramberk je podle posledních oficiálních statistických údajů k datu 31.12.2012 celkem 3 397 trvale žijících obyvatel. Město Štramberk se nachází v centru Štramberské vrchoviny v předhůří Beskyd. Odkanalizování města je řešeno ve dvou samostatných kanalizačních systémech. Severozápadní část je ukončená čistírnou odpadních vod v místní části Štramberk – Kanada. Kanalizační systém jihovýchodní části města je ukončen čistírnou odpadních vod v místní části Štramberk – Bařiny. [8]

Neexistuje zde mimo drobnějších provozoven výrazná průmyslová činnost. Cca 11 % plochy města je zpevněno, průměrný úhrn srážek za rok 2010 – 2012 činí cca 750 mm/rok. Odpadní vody z městské aglomerace včetně vod srážkových jsou gravitačně odváděny jednotnou stokovou sítí na mechanicko – biologickou čistírnu odpadních vod v místní části Bařiny a místní části Kanada. Vyčištěné odpadní vody v lokalitě Bařiny jsou z ČOV vypouštěny do menšího vodního toku Sedlnice, který je významným vodním tokem. Sedlnice je pravobřežním přítokem řeky Lubiny. Zásobení pitnou vodou je realizováno zejména z vodovodu pro veřejnou potřebu. Na vodovod je napojeno 3 327 trvale bydlících obyvatel, na lokální zdroje cca 2,1 % trvale žijících obyvatel. V období roku 2012 představovalo množství pitné vody fakturované – tj. odebrané z vodovodu průměrně 349,7 m³/d. Ve stejném období pak představovalo množství odpadních vod fakturovaných – tj. odvedených kanalizací 269,4 m³/d. [8]

1.3 Odpadní vody

V městské aglomeraci vznikají odpadní vody vnikající do kanalizace:

- v bytovém fondu („obyvatelstvo“)
- při výrobní činnosti – průmyslová výroba, podniky, provozovny („průmysl“)
- v zařízeních občansko - technické vybavenosti a státní vybavenosti („městská vybavenost“)
- srážkové a povrchové vody (vody ze střech, zpevněných ploch a komunikací).
- Jiné (podzemní a drenážní vody vznikající v zastavěném území).

- Částečně jsou odpadní vody u rodinných a bytových domů z území města Štramberk – cca 10 % odváděny i do septiků, nebo do bezodtokových akumulčních jímek (žump). [9]

a) Odpadní vody z bytového fondu („obyvatelstvo“)

Jedná se o splaškové odpadní vody z domácností. Tyto odpadní vody jsou v současné době produkovány od 2 956 obyvatel, bydlících trvale na území města Štramberk napojených přímo na stokovou síť. [9]

b) Odpadní vody z výrobní a podnikatelské činnosti („průmyslu“)

jsou (kromě srážkových vod) obecně dvojího druhu:

- vody technologické (z vlastního výrobního procesu firem, nebo činnosti).
- vody splaškové (ze sociálních zařízení objektů a firem) [9]

Seznam firem, které vypouštějí odpadní vody netechnologického charakteru:

- Kotouč Štramberk, spol. s r.o., č.p. 500 (část splaškových vod z objektu v jihovýchodní části areálu)
- Macháček Milan, 28. října 11, Nový Jičín – pěstitelská pálenice č.p. 988 v místní části Bařiny
- Penzion Jaroňkova pekárna, Šmíra - Print, pivní lázně
- Městský pivovar – restaurace Kamenný šenk, Gotický sklep

U vypouštěných odpadních vod není z uvedených podnikatelských subjektů předpokládáno významnější ovlivnění kvality a množství odpadních vod ve stokové síti města Štramberk. [9]

1.3.1 Odpadní vody z městské vybavenosti

Jsou kromě srážkových vod i vody z části splaškového charakteru, jejichž kvalita se může měnit ve značně širokém rozpětí podle momentálního použití pitné vody. Patří sem producenti odpadních vod ze sféry činností a služeb, kde nedochází ani k ojedinělé produkci a vypouštění technologických odpadních vod. [9]

Pro účely tohoto kanalizačního řádu se do sféry městské vybavenosti zahrnují zejména:

- Základní a mateřská škola, Zauličí 485
- Pavel Bajer, Dolní 790, restaurace a penzion Roubenka
- Hotel Šipka, Náměstí 37, Daniel Buzek
- Apollo bar, Náměstí 5
- Hotel Gong, Zauličí 410, ing. Jiří Guzdek

Vypouštěné odpadní vody z uvedených subjektů mohou nárazově ovlivnit kvalitu a množství odpadních vod v stokové síti, jedná se především o odpadní vody z kuchyňského a lázeňského zařízení. [9]

1.4 Popis stokové sítě

Odkanalizování města je řešeno dvěma samostatnými kanalizačními systémy včetně zakončení příslušnou čistírnou odpadních vod. Páteří řad severozápadní části města tvoří kmenová stoka „A“ ústící na ČOV Štramberk – Kanada do kterého natéká sběrač „B“. Do sběračů ústí další uliční řady. Osu stokové sítě jihovýchodní části města v lokalitě Štramberk – Bařiny tvoří kmenová stoka „A“, do které ústí kmenová stoka „B“ a „C“. [10]

Zájmové území rekonstruovaných kanalizací „BD“, „BC“ a „BE“, „BF“, je pak situováno v střední historické části města Štramberk v prostoru ploch, které jsou doposud užívány převážně jako komunikace (ul. Horní Bašta). Začátek

kanalizace „BD“ se nachází v šachtě č. 224 v křižovatce ulic Horní Bašta a Dolní Bašta a konec trasy v šachtě č. 295. Začátek kanalizace „BG“ je v šachtě č. 232 na ulici Dolní Bašta a konec trasy v šachtě č. 297 na ulici Horní Bašta. Kanalizace „BE, BF“ začíná v šachtě č. 243 na ulici Dolní Bašta a končí v šachtě č. 307 na ulici Horní Bašta. [11]

1.4.1 Technický popis stokové sítě

Podstatná část splaškových odpadních vod z území města Štramberk z výrobní činnosti, městské vybavenosti (služeb) a domácností jsou spolu se srážkovými vodami gravitačně odváděny jednotnou kanalizací pro veřejnou potřebu na dvě čistírny odpadních vod : Štramberk – Bařiny a Štramberk – Kanada. Celková délka dopravních cest stokové sítě je cca 13,61304 km. [12]

2. Monitoring a vyhodnocení kanalizační sítě před rekonstrukcí

Navržení patřičných úprav, neboli rekonstrukce kanalizace v ulici Horní Bašta předcházela kamerový průzkum. Tento průzkum byl proveden pomocí monitorovacího zařízení kamery ITV (viz. kapitola 4.3.2) a na základě tohoto průzkumu byly zjištěny veškeré poruchy a odůvodněna tak tato rekonstrukce.

Kanalizační potrubí je ve stávajícím stavu dle kamerové prohlídky značně narušené a vykazuje velké množství poruch především ve formě podélných a příčných trhlin, degradovaný beton, netěsné spoje, odskočené spoje trub a netěsnosti napojených přípojek s výskytem kořenového systému prorostlého troubami. [13]

Na rekonstruovaném úseku se nyní nachází několik revizních šachet, dešťových přípojek a značné množství domovních přípojek. Domovní přípojky slouží v převážné míře pro odvádění splaškových odpadních vod. Část současných

revizních šachet slouží zároveň jako dešťové vpusti. Z výše uvedeného je tedy zřejmé, že se jedná o jednotnou kanalizaci. [13]

Zájmové území rekonstruovaných kanalizací „BD“ , „BG“ a „BE, „BF“, je situováno v střední historické části města Štramberk v prostoru ploch, které jsou doposud užívány převážně jako komunikace (ul. Horní Bašta). Začátek kanalizace „BD“ se nachází v šachtě č. 224 komunikace ulic Horní Bašta a Dolní Bašta a konec trasy v šachtě č. 297 na ulici Horní Bašta. Kanalizace „BE, BF“ začíná v šachtě č. 243 na ulici Dolní Bašta a končí v šachtě č.307 na ulici Horní Bašta. [13]

Na obrázku níže je zobrazena zjednodušená situace stávající kanalizace v ulici Horní Bašta města Štramberk.



Obr. 3 Situace kanalizace Ulice Horní Bašta, město Štramberk- letecký snímek [14]

2.1 Vyhodnocení před rekonstrukcí

Vyhodnocení stavu stávající kanalizace stok „BD“, „BG“ a „BE“, „BF“ na ulici Horní Bašta ve městě Štramberk bylo provedeno pomocí jednoho z monitorovacích zařízení ITV. Kamerové snímky z kamery ITV níže ukazují stávající stav potrubí.



Obr. 4 Ze záznamu kamery ITV – přesazená přípojka vlevo nahoře a netěsné spoje trub [15]



Obr. 5 Ze záznamu kamery ITV – překážka v potrubí, bahení a šterkový nános [16]



Obr. 6 Ze záznamu kamery ITV – nános nečistot na dně potrubí [17]



Obr. 7 Ze záznamu kamery ITV – porušený spoj kanalizačního potrubí [18]



Obr. 8 Ze záznamu kamery ITV – degradovaný beton uvnitř kanalizačního potrubí [19]

3. Identifikace problému

Jednou ze vstupních informací k optimální tvorbě plánů obnovy a rekonstrukcí stokových sítí mimo stáří (dobu užívání kanalizace) je kontrola kanalizace moderní monitorovací technikou – televizní kamerou. Monitorovací technika zabezpečí identifikaci o všech anomáliích a technických nedostatcích v potrubí kanalizace.

Uvedeným způsobem byla provedena kontrola technického stavu stávající kanalizace v ulici Horní Bašta a z důvodu výskytu významného množství problémů byla navržena realizace rekonstrukce kanalizace.

Kamerovými průzkumy bylo zjištěno, že stávající kanalizace je ve značně nevyhovujícím stavu. Potrubí samotné vykazuje značné množství poruch především ve formě podélných a příčných trhlin, degradovaný beton, netěsné spoje, odskočené spoje trub a netěsnosti napojených kanalizačních přípojek s výskytem kořenového systému prorostlého troubami. [13]

V kanalizačním potrubí poblíž některých revizních šachet byly zjištěny velké nánosy šterku a odpadní vody. Nedostatečný odtok a stojatá odpadní voda zapříčinily ošklivý zápach vycházející z těchto revizních šachet, na který si místní obyvatelé stěžovali. Tyto typy ucpání potrubí spolu s prorostlými kořenovými systémy měly za důsledek i to, že za přívalových dešťů nestíhala kanalizace odvádět dešťové vody. Odpadní voda smíchaná s vodou dešťovou se vylévala skrze revizní šachty a dešťové vpusti ven a poté se valila volně skopce ulic, jelikož kanalizační potrubí bylo „plné“.

Propadlé spoje potrubí a netěsnosti způsobovaly průsaky balastních vod a vsakování odpadních vod do podlaží. Při dlouhodobém trvání těchto problémů by byly ohroženy blízké stavby podmáčením. Tento problém byl zjištěn po celém úseku délky stávající kanalizace.

Poklopy revizních šachet a mříže dešťových vpustí byly značně zastaralé a zkorodované. Některé šachtové poklopy a dešťové vpustě nebylo možné pro kontrolu a údržbu snadno otevírat. Revizní šachty měly nestabilní podlaží. Přístupové schůdky na stěnách revizních šachet byly zašlé, nestabilní a nebo zcela chyběly.

Dlouhodobé užívání kanalizace se na jejím stavu podepsalo převážně degradovaným betonem. Přesazené a špatně utěsněné domovní přípojky bránily v některých místech řádnému průtoku odpadních vod a často se o ně zachytávaly hrubé nečistoty.

4. Teoretické principy řešení

4.1 Účel odvodňování staveb

Současný rozvoj městského odvodnění se opírá o stále intenzivnější úsilí lidského rodu zabezpečit si trvalý hospodářský růst při zachování nebo dokonce vylepšení životních podmínek na Zemi. Tuto myšlenku – na počátku iniciovanou nemnoha ekologickými aktivisty a zájmovými organizacemi – dnes již přijala pod názvem „trvale udržitelný rozvoj“ politická reprezentace všech hospodářsky vyspělých států. Kvalita životního prostředí v 21. století stává součástí společensky uznávaných sociálních hodnot. Navrhovaný cílový stav odvodňovacích systémů ve městech je společností chápán jako vizitka rozvoje urbanizovaných území a životní úrovně v nich. Městské odvodnění patří mezi nejdražší a projekčně nejsložitější stavby městské infrastruktury. Proto je jejich hospodářský návrh neustále středem pozornosti jak vědeckého výzkumu, projekční praxe, tak i legislativy. Návrhem stěžejních prvků městského odvodnění se zabývá vědecko-technický obor „Stokování“. Stokové sítě jsou v současnosti chápány jako součásti integrovaného celku soustavného odkanalizování, který se plánovitě rozvíjí v souladu s urbanistickým rozvojem v zájmové oblasti. [1]

Městské odvodňovací systémy jsou zdravotně-technická zařízení sloužící k hygienické dopravě tekutých odpadních produktů v souladu s požadavky bezpečného hydrologického režimu povrchových a podzemních vod, který neohrožuje životy a majetek obyvatel v zájmovém území. Tyto systémy tedy musí zabezpečit nejen ochranu člověka před škodlivými vlivy hydrologických stavů v urbanizovaných oblastech, ale současně zabraňují vypouštění odváděných vod ze

zájmového území, které překračují limitní koncentrace fyzikálních, chemických a biologických parametrů ohrožujících kvalitu přírodních vod. [1]

V dnešní době značně narůstá potřeba rekonstrukcí kanalizačních systémů ve velkých městech, s přihlédnutím na jejich stáří a limitovanou schopnost hygienicky a hydraulicky bezpečně transportovat požadované množství produkovaných odpadních vod. Zejména množství dešťových odpadních vod, které vlivem rozšiřování ploch s malou infiltrační a evapotranspirační schopností v urbanizovaných povodních neustále roste. Tento trend podporuje rozvoj nových přístupů k posuzování velkých stokových systémů s podporou výpočetní techniky, tedy prostředků matematického modelování. Řešení však vyžaduje značné teoretické znalosti i praktické zkušenosti v oboru a množství podrobných vstupních údajů o řešené oblasti. Ekonomické a ekologické požadavky na rehabilitaci městských odvodňovacích zařízení a jejich plánování a řízení tak přirozeně vede k potřebě co nejpřesněji sledovat a statisticky analyzovat klimatické a provozní údaje využitelné v matematickém modelování. Nezbytné je také trvale doplňování údajů o technickém stavu potrubí a objektů stokové sítě, následně jejich archivace v digitálních databázích nebo digitálních grafických prostředcích. [1]

4.1.1 Klasická koncepce odvodnění

Cílem klasické koncepce odvodnění je úplné napojení a co nejrychlejší odvedení veškerých odpadních vod z městského povodí. Realizace odvodnění musí zamezit ohrožení obyvatelstva a jeho majetku, zabránit omezení dopravy a negativnímu ovlivnění podzemních a povrchových vod. Jako vody odpadní jsou definovány veškeré vody, které musí být jakýmkoliv způsobem odvedeny ze zájmového území. K odpadním vodám patří splaškové vody z domácností, odpadní vody z průmyslu, dešťový odtok, tající sněh, drenážní voda, přepady z vodojemů do kanalizace, napojené podzemní a povrchové vody bez ohledu na jejich množství a stupeň znečištění. [1]

Jak z definice vyplývá, hlavním cílem této historicky již dožívající koncepce je odvést co nejrychleji veškerou vodu z městského povodí, aby nezpůsobovala hydraulické problémy na urbanizovaném území. Uplatnění této teorie do praxe

vedlo k vybudování většiny v současnosti provozované kanalizace. Tyto systémy se vyznačují vysokou hydraulickou účinností, která byla rozhodujícím návrhovým kritériem při jejich plánování a dimenzování. [1]

Odvodňovací zařízení založené na těchto zásadách se však za jistých okolností (např. velmi malé obce s mílo vodným recipientem, atd.) může stát závažným zásahem do vodohospodářského a ekologického režimu území. Tento způsob odvodnění může totiž důsledky urbanizace na životní prostředí zhoršit, jelikož systém odebírá vodu jejím přirozeným cestám na povodí a vrací ji nárazově v několika místech recipientu se značnými kvantitativními a kvalitativními změnami. Dalším nepříznivým důsledkem klasické koncepce odvodnění je také doprava často vysokého podílu balastních vod systémem za bezdeštného průtoku. Tyto vody se do zapříčiněných netěsností sítě a kanalizačních přípojek. [1]

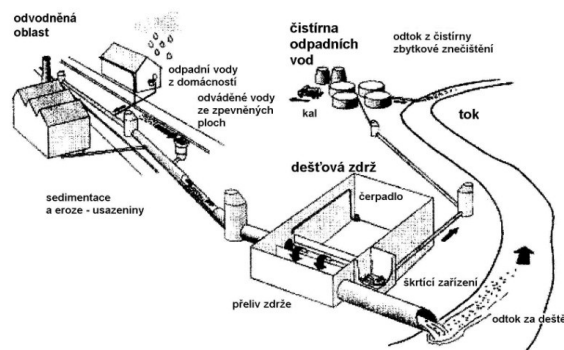
Klasická koncepce se v podstatě zaměřuje pouze na návrh jmenovité světlosti potrubí stokové sítě. Využívají se jednoduché výpočtové metody, které neumožňují popsat nerovnoměrnost a dynamiku jevů ve stokové síti. Velmi zjednodušenou formou jsou řešeny zejména objemové úlohy, nejsou zohledněny ekologické dopady systému na životní prostředí. [1]

4.1.2 Moderní koncepce odvodnění

Základní odlišností moderní koncepce odvodnění oproti klasické spočívá v komplexním posouzení vlivu urbanizace na životní prostředí, zejména na povrchové a podzemní vody. Systém městského odvodnění je chápán jako integrovaný systém. Integrovaný systém odvodnění posuzuje vliv kanalizace na hydraulické, chemicko – biologické procesy v recipientu a další hydrologické činitele vodního hospodářství na urbanizovaném území. Tři nejdůležitější komponenty integrovaného kanalizovaného systému jsou:

- stoková síť
- čistírna odpadních vod
- recipient

V klasické koncepci odvodnění jsou tyto prvky navrhovány a provozovány odděleně, přičemž stokové síti a čistírně odpadních vod bývá věnována větší pozornost než recipientu. Při integrovaném přístupu k řešení problematiky se postupuje tak, že návrh a provoz jednotlivých částí zohledňuje a hodnotí vzájemné vazby a ovlivnění dílčích prvků systému. Prvním bodem je definování cílového stavu, který má být v recipientu dosažen po ukončení zkušebního provozu zařízení a předání kanalizace do trvalého užívání. Základní principy moderní koncepce odvodnění je možno řešit pomocí emisní nebo imisní strategie.[1]



Obr. 9 Integrovaný systém odvodnění urbanizovaného území [20]

4.1.3 Emisní strategie

Jedná se o stanovení jednotlivých limitů pro vypouštění vod z výustí stokového systému a čistírny odpadních vod podle geopolitické příslušnosti bez ohledu na stav recipientu. Typickým příkladem může být určení limitní hodnoty BSK_5 vypouštěné z čistírny odpadních vody do recipientu, určení jednotné účinnosti čistírny odpadních vod nebo poměru ředění na odlehčovacích komorách pro celé území ČR. [1]

Emisní strategie usnadňuje definování požadavků na odvodňovací systém a zadání cíle projektu odvodnění. Umožňuje jednoduchou kontrolu projektovaných funkcí systému. Emisní strategie je v naší republice uplatňována poměrně dlouhou dobu a v průběhu jejího prosazování velmi úspěšně – zejména díky své jednoduchosti – napomohla k realizaci mnoha projektů a celkovému zlepšení stavu

životního prostředí. Nevýhodou této strategie je však většinou malá efektivnost stokové sítě nebo čistírny odpadních vod, neboť parametry nejsou stanoveny na základě konkrétních podmínek a konkrétních problémů, které se v lokalitě vyskytují. [1]

4.1.4 Imisní strategie

Podstata imisní strategie spočívá ve stanovení podmínek pro vypouštění vod do recipientu na základě znalosti konkrétních místních podmínek v recipientu a širších ekologických souvislostí. Prvním bodem je definování cílového stavu, jaký má být v recipientu dosažen. Dalším krokem je pak návrh systému odvodnění, který tyto podmínky zabezpečí. Pokud cílového stavu není možno dosáhnout lokálními opatřeními, je třeba do řešení zahrnout úpravu podmínek v povodí nad urbanizovanou oblastí a vyhodnotit městské odvodnění jako součást komplexní úpravy povodí nebo její částí. [1]

Pracovní postup návrhu systému odvodnění pro klasickou a moderní koncepci

Klasická koncepce

Statistické zpracování → Výpočet → Výsledek [1]

Moderní koncepce

Historická dešťová řada → Simulace matematickými modely → Statistické zpracování výsledků [1]

Při uplatnění imisní strategie se tedy řešení opírá nikoliv o jednotlivé limitní hodnoty vybraných znečišťujících látek, nýbrž o konkrétní požadavky řešeného povodí, které se zpravidla pro jednotlivé lokality liší. Uplatnění této strategie může přinést výrazně efektivnější řešení, které je však mnohem nákladnější a technicky náročnější pro zpracovatele. Situaci v povodí je třeba dlouhodobě monitorovat. Pro

řešení je často nezbytné použití moderních návrhových prostředků matematického modelování. [1]

4.2 Stokové soustavy

Vhodná terminologie usnadňuje bližší objasnění funkce technického zařízení. Podobně je tomu při popisu kanalizace jako součástí městského odvodnění. Podle způsobu odvádění odpadních vod rozeznáváme v podstatě tři základní stokové soustavy:

- jednotná stoková soustava
- oddílná stoková soustava
- modifikovaná stoková soustava

Kanalizace jednotlivých soustav mají svůj specifický charakter. Jejich vznik byl podmíněn propojením dílčích stok do soustav, jejichž výstavba probíhala v nejrůznějších historických obdobích za velmi proměnlivých sociálně-ekonomických podmínek. [1]

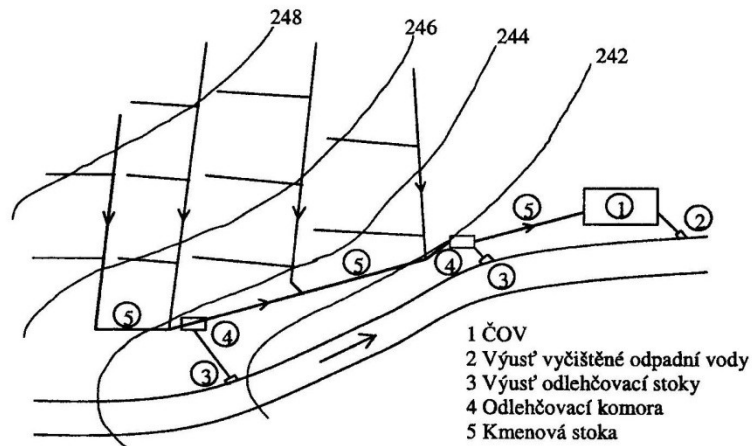
4.2.1 Jednotná stoková soustava

Odvodňovací systémy většiny velkých urbanizovaných sídel v ČR jsou na rozhodujícím podílu ploch zájmového území koncipovány jako jednotná soustava. V rámci jednotné stokové soustavy jsou dopravovány veškeré druhy odpadních vod společnou trubicí směrem na čistírnu odpadních vod (ČOV). Tento princip přinášel řadu technologických a ekonomických výhod, které ho po dlouhý čas upřednostňovaly bez ohledu na zřejmá ekologická a hygienická rizika ovlivňující životní prostředí, stejně jako provoz ČOV za dešťových průtoků. Kompromis mezi ekonomicky přijatelnou hydraulickou kapacitou stokové sítě a její skutečnou potřebu pro odvádění veškerých přívalových dešťových vod z urbanizovaného povodí vedla k „hustému osazování“ odlehčovacích komor na stokové síti za účelem odlehčení zředěných odpadních vod. Termínem zředěné odpadní vody se rozumí veškerá odpadní voda, která protéká jednotnou stokovou sítí během

dešťového odtoku. Zředěné odpadní vody jsou tedy technickým termínem, který je nutno používat s vědomím, že koncentrace transportovaných znečišťujících látek v odpadních vodách mohou být během dešťových událostí za jistých specifických okolností shodné s průměrnou koncentrací znečišťujících látek v bezdeštném období nebo dokonce vyšší, přičemž průtočné množství několikanásobně převyšuje maximální hodinový průtok odpadních vod za bezdeštného průtoku. V takovém případě se hovoří o tzv. „prvním splachu“. Odlehčení odpadních vod během dešťového odtoku je pak chápáno jako zaústění části zředěných odpadních vod ze stokové sítě do recipientu, bez jejího čištění nebo pouze s nižším stupněm čištění v dešťových nádržích. Nejeefektivnější zbraní kanalizačního systému proti úniku znečištění za dešťových průtoků je využití přirozené nebo uměle vytvořené akumulace na stokové síti a její postupné vypouštění na odpovídajícím způsobem navrženou ČOV. [1]

Podmínky a způsob vypouštění odpadních vod během dešťového odtoku jsou v nařízení vlády č.82/1999 Sb., §3, odst. 3 upraveny formulací: „Způsob a podmínky vypouštění odpadních popřípadě zvláštních vod během dešťového odtoku stanoví vodohospodářský orgán na základě místních vodohospodářských podmínek. Vodohospodářský orgán tedy podle citovaného pokynu určuje také podmínky a způsob provozu jednotné kanalizace za deště tak, aby byla zajištěna minimalizace negativních dopadů vypouštění zředěných odpadních vod z jednotného kanalizačního systému na recipient. Podle zákona č.82/1999 Sb. Je pro stanovení podmínek vypouštění rozhodující bilanční množství vypouštěného znečištění stanovené jako součin ročního objemu vypouštěných odpadních vod a aritmetického průměru výsledků směsných vzorků odpadních vod odebíraných v tomtéž roce. S ohledem na skutečnost, že odlehčování zředěných odpadních vod do recipientu a jeho kontrola je bez nákladného monitorovacího systému neuskutečnitelná - vodohospodářský orgán by se měl opírat při svém rozhodování o „Generel stokové sítě“. V rámci generelu odvodnění jsou navrhovány ekonomicky nejeefektivnější technické přístupy pro eliminaci nebo alespoň minimalizaci vlivů vypouštěných odpadních vod z odlehčovacích objektů stokové sítě. Při posouzení vlivu nebezpečnosti odlehčování zředěných odpadních vod je nutno vedle polutantů i dobu jejich expozice s vyhodnocením četností opakování

výskytu přepadových jevů. Nežádoucí kvalitativní důsledky odlehčovacích komor lze odstranit vybudováním dešťových nádrží. [1]



Obr. 10 Jednotná stoková soustava [21]

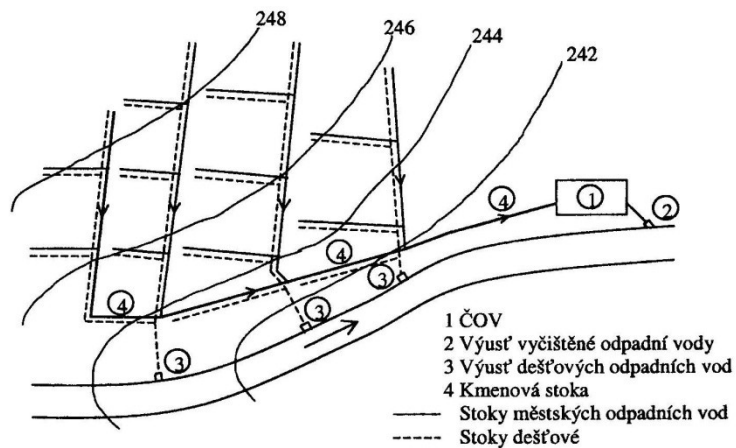
4.2.2 Oddílná stoková soustava

Oddílná stoková soustava odvádí různé druhy odpadních vod samostatnými trasami stokové sítě. V zájmovém území jsou položeny dvě i více soustav, z nichž každá je určena pro odvádění jiného druhu odpadních vod. Nejčastěji se jedná o dvě stokové soustavy, z nichž jeden systém odvádí vody splaškové (případně vody z drobných průmyslových provozoven) a druhý systém odděleně odvádí vody srážkové. [1]

Při aplikaci oddílné stokové soustavy (splašková síť je zaústěna na čistírnu odpadních vod) však v současnosti není možné ani dešťové vody považovat ve vztahu k recipient za hygienicky nezávadné. Mohou být značně znečištěny splachy minerální i organické povahy, úkapy pohonných hmot i jiných látek a není vyloučena ani přítomnost fekálního znečištění. Koncentrace znečištění dešťových odpadních vod závisí především na intenzitě deště, jeho trvání a na délce časového intervalu mezi jednotlivými dešti. Znečištění dešťových vod je v přímé závislosti na trvání deště – s dobou trvání deště většinou klesá. Může však nastat i opačný případ, kdy ulehlý kal na povrchu území se nejprve provlhčí a teprve pak je odplavován. Obecně je možné konstatovat, že již malý déšť, který by byl u jednotné

soustavy zachycen sítí a čistírnou odpadních vod, způsobí při aplikaci oddílné soustavy značné znečištění recipient koncentrovanými splachy. [1]

Z uvedeného je zřejmé, že ani jedna ze základních soustav není z hlediska současných požadavků ideálním řešením vhodným pro libovolné zájmové území. Nejde jen o negativní vliv odlehčovaných vod z jednotné stokové sítě odlehčovacími komorami, jak byl tento problém dříve chápán – zejména z hygienického hlediska. Je třeba se také zabývat problémem kvality dešťových vod, který je sice technicky řešitelný, ale ve většině případů velmi ekonomicky náročný. Proto se začínají uplatňovat různé modifikace stokových soustav. [1]

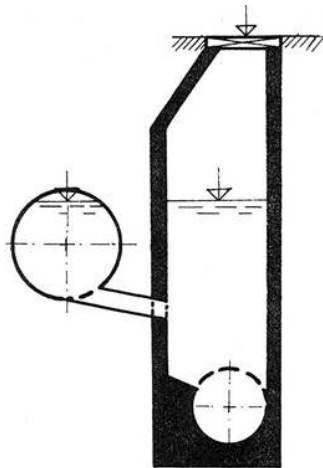


Obr. 11 Oddílná stoková soustava [22]

4.2.3 Modifikovaná stoková soustava

Modifikovaná stoková soustava vzniká například kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy v rámci soustavného odvodnění jednoho urbanizovaného celku. V zahraničí bývá tato soustava nazývána polo-oddílná. Princip spočívá v tom, že splaškové vody jsou odváděny hluboko uloženými stokami, dešťové vody mělce uloženým potrubím. Při přívalu nejvíce znečištěné dešťové vody na začátku deště se prázdní spojovacím potrubím ze dna dešťových stok v šachtách do stok splaškových. Po jejich zahlcení nad úroveň dna dešťových stok dochází k odtoku srážkové vody dešťovými stokami přímo do recipientu. Největší znečištění stok je takto na začátku deště a z dešťových stok je takto svedeno splaškovými stokami (za deště pod tlakem) do ČOV. Do recipient je již odváděna relativně čistá voda.

Jiná modifikace využívaná v ČR hlavně k odvodnění menších obcí spočívá v tom, že stokami pro dešťové vody jsou odváděny pouze vody neznečištěné (tzn. Ze střech, neprašných vozovek, chodníků, komunikací s nepatrným dopravním provozem apod.) nejčastěji přímo do recipient. Dešťové vody z ostatních, znečištěných ploch (např. Z komunikací s hustým dopravním provozem, znečištěných dvorů, ploch s rampami pro zásobování apod.), jsou odváděny společně se splaškovými vodami na ČOV. Tímto ze splaškové stoky oddílné soustavy, dimenzované na $Q_{\max} + 100\%$, stane stoka jednotné soustavy, dimenzovaná na přívalové množství deště, případně na součet maxim splaškových a dešťových vod. Z tohoto důvodu má „splašková vody”, zpravidla pouze o jednu dimenzi větší profil, než by byl na stejném místě profil stok při návrhu klasické splaškové oddílné soustavy. Na této stoce se však nenavrhují oddělovací komory. Do splaškových stok modifikované soustavy je možno přečerpávat také znečištěné vody z dešťových či retenčních nádrží. [1]



Obr. 12 Modifikovaná stoková soustava [23]

4.2.4 Systémy uspořádání gravitačních stokových sítí.

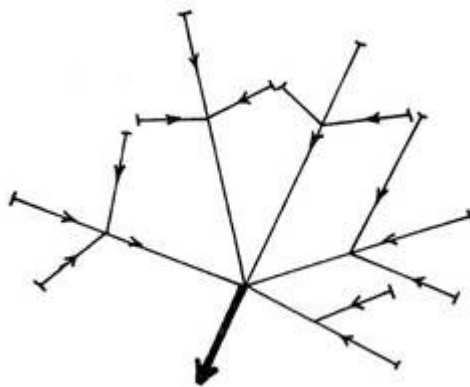
Základním principem dopravy odpadních vod u většiny v současné době používaných stokových soustav je gravitační doprava odpadních vod potrubním systémem s převážně beztlakovým průtokem o volné hladině. Systém uspořádání stokových sítí vychází z konfigurace území, z urbanistického řešení zástavby a

vzájemné polohy odvodňovacího území a recipientu. Koncepce uspořádání stokových sítí směřují s ohledem na neustále rostoucí náklady na elektrickou energii k tomu, aby bylo snižováno množství a doba čerpání odpadních vod na minimum. Mimo výše úspor za energie nejsou zanedbatelné také faktory bezpečnosti a spolehlivosti stokové sítě. [1]

Koncepce konkrétního systému je do značné míry předurčena členitostí území a dalšími faktory spořádání stokových sítí. Jedná se o tyto základní systémy – radiální, větvené, úchytné a pásmové. Většina reálných stokových sítí je však založena na kombinaci dvou nebo více těchto systémů upořádání. [1]

4.2.5 Radiální systém

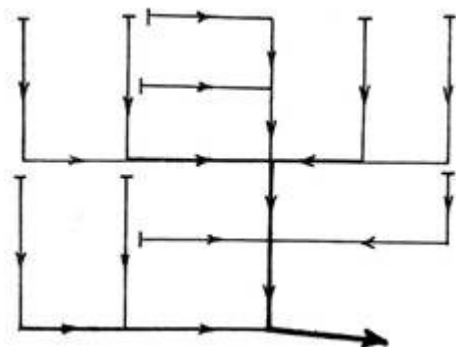
Bývá aplikován při odvodňování uzavřených kotlin bez přímého spojení (sklonu) k recipientu. Voda se stahuje stokovou sítí do nejnižšího území a z toho místa je přečerpávána přes rozvodí nebo odváděna štolou samospádem do čistírny odpadních vod. Záleží na poloze odvodňovaného území (tedy k nadmořské výšce a vzdálenosti k nejbližšímu vhodnému recipientu). Výhodnější řešení odvádění odpadních vod z oblasti je třeba vždy posoudit technicko-ekonomickým rozbohem. Je optimalizováno srovnání výše provozních nákladů na čerpání k investičně nákladnější variantě řazené štol, kterou je možno odvádět odpadní vodu gravitačně po celou dobu jejího provozu. [1]



Obr. 13 Radiální systém [24]

4.2.6 Větevný systém

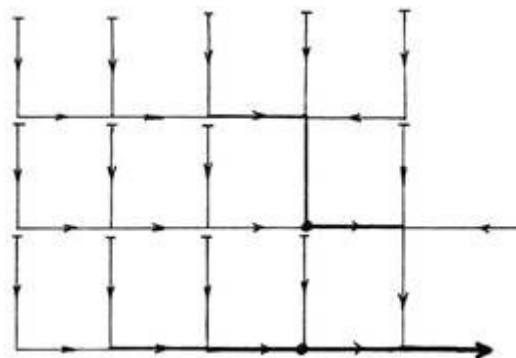
Navrhuje se v členitém území s nepravidelnou zástavbou. Stoky se vedou nejkratším směrem do hlavní kmenové stoky, která prochází nejnižším místem odvodňovaného území a ústí do čistírny odpadních vod. [1]



Obr. 14 Větevný systém [25]

4.2.7 Úchytný systém

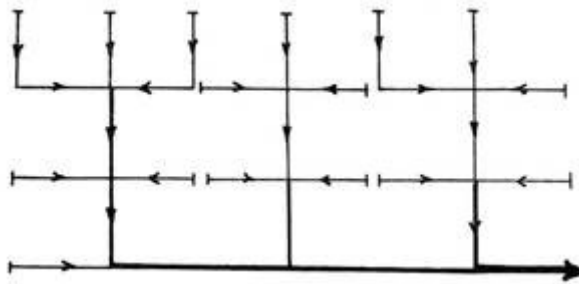
Navrhuje se v plochých říčních údolích s mírným sklonem odvodňovaného území k vodnímu toku. Kmenová stoka je vedena podél vodního toku a do ní ústí sběrače vedené napříč údolím (ulicemi města). Na kmenové stoce jsou zařazeny odlehčovací komory, které umožňují snížení stavebních nákladů na výstavbu stoky jednotné soustavy odlehčováním části odpadních vod dostatečně zředěných dešťovou vodou do recipientu. Za odlehčovací komorou má potom kmenová stoka značně menší průřez. Recipient musí být dostatečně hluboký, aby bylo možné odlehčení kmenové stoky i za vyšších stavů v korytě. [1]



Obr. 15 Úchytný systém [26]

4.2.8 Pásmový systém

Navrhuje se při odvodňování rozsáhlejších území s většími výškovými rozdíly. Stoková síť je rozčleněna na několik výškových pásem, v rámci kterých může být jakékoli uspořádání sítě. Odpadní vody z jednotlivých pásem se odvádějí stokami nižších řádů do tzv. pásmových sběračů. Velký význam má tento systém tam, kde nejnižší sběrač vedený podél vodního toku leží pod maximální hladinou v řece a odpadní vody je proto nutné přečerpávat. Pásmový systém umožňuje odvodňovat jednotlivá pásma samostatně gravitačně a přečerpávat pouze odpadní vody připadající na nejnižší pásmo. [1]



Obr. 16 Pásmový systém [27]

4.3 Kamerové systémy, typy monitorovacích zařízení

V první části této kapitoly jsou popsány a vysvětleny funkce jednotlivých kamerových systémů od společnosti BHM s.r.o. Olomouc, které používá společnost SmVaK Ostrava a.s. pro monitoring kanalizačních sítí. Převážná část je pak věnována Inverzní technologii, metodě INSAK a technologii UV Liner pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí. Pomocí těchto technologií byla provedena část rekonstrukce kanalizace v ulici Horní bašta města Štramberk.

V druhé části jsou popsány teoretické principy řešení pro návrh rekonstrukce kanalizačních stok „BD“, „BG“, „BE“ a „BF“, nebo vybudování zcela nové kanalizace vyplývající z kamerových průzkumů.

4.3.1 Nástrčná kamera IBAK Orion

Tato kamera je nejčastěji používaná pro zjištění technického stavu domovních přípojek. Je vybavena umělým horizontem – „voda dole“ (optika kamery automaticky vyrovnává pohled), hlava je otočná směrově (vlevo, vpravo) a kolem osy (při vypnutí umělého horizontu). Dosah nástrčné kamery IBAK Orion pomocí tlačné struny je 50 běžných metrů i přes lomy a kolena v závislosti na profilu a poloměru zakřivení potrubí. [28]

In heavily branched network, a special vision of the IBAK ORION pan and tilt camera is used: the IBAK ORION L. Its guide unit, the Kiel rod, can be panned and rotated in all directions and guides the camera smoothly into the target pipe. Its fast direction-changing fiction and mechanical sturdiness set the ORION L apart from other divertable camera systems for the inspection of house drains. [29]



Obr. 17 Nástrčná kamera IBAK Orion [30]



Obr. 18 Nástrčná kamera IBAK Orion s nástavcem pro odbočení z hlavního řadu do přípojky [31]

4.3.2 Kamera ITV

Další kamerou používanou na monitoring domovních přípojek je pojízdná kamera ITV s dosahem 50 běžných metrů, pracující na systému TV kamery s otočnou

hlavou pro použití v kruhových profilech DN 100 – 1600 mm a vejčitých profilech od DN 300/450mm do 1200/1800 mm. [32]

Monitoring může být zaznamenán i na kazetu VHS a následně přepálen na CD nosič. Oba typy kamer jsou přenosné. [32]

Tato kamera je součástí výbavy monitorovacího vozu třídy Renault, který využívá společnost SmVaK Ostrava a.s., pro monitoring kanalizací. Pomocí této kamery byl proveden průzkum a po rekonstrukci následná kontrola kanalizačního úseku Horní Bašta ve městě Štramberk. Který v této práci dále popisují.



Obr. 19 Pojízdna kamera ITV [33]



Obr. 20 Pojízdna kamera ITV [zdroj vlastní]



Obr. 21 Pojízdna kamera ITV [Zdroj vlastní]

4.3.3 Monitorovací zařízení Rausch

Používá se pro průzkum a zdokumentování technického stavu stávajících potrubí a pro kontrolu kvality prováděných sanačních prací. Principem této technologie je kamerový systém s otočnou hlavou všemi směry s možností velkého přiblížení (ZOOMu) v případě překážek. Průběh monitoringu je zaznamenán na kazetu VHS, CD nebo DVD nosič s popisem zjištěných závad a následným tiskem protokolů s barevným vyhodnocením závad dle ATV normy. Dosah kamery ze startovací šachty je v optimálních podmínkách 200 běžných metrů. Na žádost objednatele je možné i měření spádu. [34]



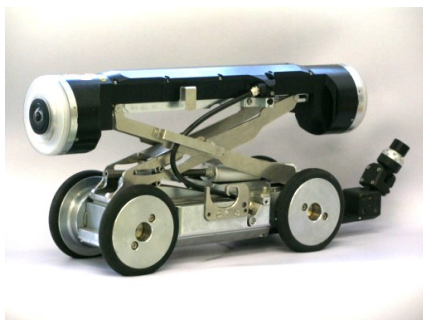
Obr. 22 Kamera Rausch [35]

4.3.4 PANORAMO

Používá se nejčastěji pro kolaudační monitoring a zjišťování technického stavu potrubí položeného v nedostupném terénu, protože dosah této kamery je v optimálních podmínkách až 450 běžných metrů. [36]

PANORAMO - kulový 3D scanner

Na těle kamery jsou umístěny 2 digitální fotoaparáty s velmi vysokým rozlišením a zorným úhlem 185°. Tyto dva obrazy jsou potom pomocí softwaru ve voze spojeny a vytvoří úplný model potrubí, který je možno prohlížet pomocí otáčení a vyklápění v rozsahu 360°. Obraz je vybaven umělým horizontem („voda dole“), zpětným pohledem na kanalizaci, funkcí ZOOM, měřením velikostí závad (trhlin apod.) a spádu potrubí. [37]



Obr. 23 Kamera PANORAMO[38]

4.3.5 Práce kanalizačními roboty KASRO

Německý systém KASRO pro kanalizační roboty je založený na principu kombinace vzduchových, vodních a elektrických součástí, které jsou řízeny z kabin vozů. [39]

Operátor řídí činnost robota ovládacími pákami na základě obrazu z kamery přenášeného na monitor do kabiny vozidla. Podle druhu prováděné činnosti pracuje robot s různými typy frézovacích nástrojů. [39]

Společnost BMH spol. s r.o. vlastní pět kanalizačních robotů různých velikostí. Roboty jsou určeny pro práce v kruhových profilech DN 150 až DN 600 mm a ve vejčitých profilech od DN 300/450 do DN 500/750 mm. Větší profily stoky se opravují ručně zednickým způsobem. [39]



Obr. 24 Spouštění robota do revizní šachty [40]



Obr. 25 Kanalizační robot KASRO [41]

4.3.6 Jednotlivé opravy v návaznosti na použitý nástroj

Fréza na odstranění překážek

Požívá se v profilu kanalizace k odstranění např. přesazené odbočky (přípojky), prorůstajících kořenů, inkrustace, betonových usazenin, ocelové chráničky, roxory, prkna apod. [42]



Obr. 26 Robot ve vejčitém profilu [43]

Fréza na otevírání odboček (přípojek) po zaslepení vložkou INSAK nebo krátkým rukávem.



Obr. 27 Robot při otevírání přípojky zaslepené krátkým rukávem [44]

Kloboukovací jednotka

Slouží pro opravu netěsností v místech napojení odboček na hlavní řad. [45]

Rozsah použití:

Od DN 250 mm do DN 400 mm z hlavního řadu do odboček od DN 100 mm do DN 200 mm s úhlem zaústění v rozsahu od 45° do 90°. [45]



Obr. 28 Přípojka opravená kloubem v DN 400/200 mm [46]



Obr. 29 Kloubovací jednotka [47]

4.3.7 Technologie krátkých rukávů

BMH spol. s r.o. Olomouc touto bezvýkopovou technologií zvyšuje spektrum prováděných bezvýkopových oprav potrubí a zajišťuje vysokou kvalitu oprav v kombinaci s kanalizačními roboty. [48]

Použití krátkých rukávů v profilech od DN 150 mm do DN 800 mm v délce 500 mm slouží k lokálním opravám netěsných spojů, trhlin, míst s vypadanými střezy, netěsných napojení přípojek. Rukávy lze osazovat v přímém úseku potrubí v libovolném počtu za sebou. Tyto rukávy utěsní průniky balastních vod do potrubí a infiltraci odpadních vod do okolní zeminy přes netěsné spoje a trhliny. Pro tyto druhy oprav je nutná velikost revizní šachty DN 1000 mm. [48]



Obr. 30 Betonové potrubí po opravě krátkým rukávem[49]



Obr. 31 Plastové potrubí po opravě krátkým rukávem[50]

4.3.8 Inverzní technologie pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí

METODA INSAK

Jedná se o bezvýkopovou technologii určenou převážně pro opravy a rekonstrukce kanalizačních trubních sítí. Patří mezi známý systém vystýlání podzemních trubních vedení (kanalizace, vodovody, plynovody), nazývaný též vložkování inverzním rukávem a v zahraničí označovaný jako systém CIPP (cured-in-place-pipe). [51]

Metoda je vhodná pro potrubí z různých materiálů (beton, kamenina, plast, ocel, litina, zdivo) kruhových profilů DN 200 mm – 1600 mm a vejčitých profilů DN 300/450 mm – 1200/1800 mm. Touto metodou lze sanovat i kanalizační stoky méně běžných profilů tlamových a obdélníkových. [51]

Bezvýkopovou metodu INSAK uvedla na trh firma B M H spol. s r.o. Olomouc v roce 1996 po úspěšných zkouškách vlastního technologického zařízení a po zajištění výroby prvotřídních materiálových komponentů. Inverzní rukávec je tvořen ze syntetických vláken nasycených vhodně formulovanou pryskyřicí. [51]

Tloušťka stěny vložky je stanovena na základě statického výpočtu metodou konečných prvků s ohledem na profil, stupeň poškození, výšku hladiny spodní vody a hloubku uložení potrubí. [51]

Vložka je za současného odsávání vzduchu pomocí vývěvy napuštěna na sytící lince vhodně formulovanou pryskyřicí, průchodem přes kalibrační válce je zbavena přebytečné pryskyřice a chladícím vozem je odvezena na stavbu. [51]

Po obdržení poptávky na zpracování návrhu a cenové nabídky na bezvýkopovou sanaci kanalizace se firma BMH spol. s r.o. snaží zjistit co nejvíce informací o stavebně technickém stavu potrubí. Rozhodující pro vypracování návrhu je kamerový záznam potrubí po vyčištění, prohlídka prostoru staveniště, kontrola revizních šachet a zaměření profilů a obvodů potrubí v šachtách. Na základě prostudování a vyhodnocení kamerového záznamu je navržen způsob

bezvýkopové sanace a předložena cenová nabídka. Bez těchto výchozích podkladů nelze zpracovat kvalitní cenovou nabídku obsahující veškeré nutné náklady. [51]

Kanalizační potrubí se nejdříve vyčistí a zkontroluje kamerou, kanalizačním robotem se odstraní nežádoucí překážky v profilu (kořeny, tvrdé sedimenty a inkrusty, betony, přesazené přípojky, ostré hrany přesazených spojů a střepů apod.). V průlezných profilech se tyto práce včetně lokálních zednických vysprávek provádějí ručně. Po dobu opravy kanalizačního potrubí jsou odpadní vody přečerpávány obtokem. Rukávec je inverzním procesem zaveden do potrubí a následně je provedena jeho polymerace teplou vodou, která nuceně cirkuluje potrubím a je ohřívána v mobilní kotelně. V potrubí tak vznikne vystýlka z vyztuženého tvrzeného plastu. Následně jsou do vystýlky vyříznuty a napojeny přípojky - bez výkopu pomocí kanalizačního robota. Přesná poloha přípojek byla před renovací zaměřena a zdokumentována kamerou a kanalizačním robotem. Vadné napojení kanalizační přípojky na vyvložkovaný kanalizační řad se opraví pomocí speciální malty nebo pomocí tzv. klobouku, což je krátký rukáv s límcem nasycený pryskyřicí a osazený do místa napojení kanalizačním robotem. [51]

Vložkování inverzním rukávem INSAK

Řeší problematiku popraskaného, netěsného nebo staticky nevyhovujícího potrubí nově strukturovaným potrubím v potrubí původním. Předností této metody je plně bezvýkopová technologie (kromě startovacích šachet u větších profilů, lokálních oprav zborcených částí potrubí otevřeným výkopem, napojení nových přípojek apod.) s univerzálním použitím pro různé typy a profily potrubí, její rychlost, spolehlivost a vysoká životnost nového samonosného potrubí v potrubí. [52]

Inverzní bezvýkopová metoda INSAK[®] využívá při zavádění rukávce do potrubí do profilu stoky DN 500 stávajících revizních šachet 1000 mm, do profilu DN 800 je nutné demontovat šachtový konus a pro opravu stok větších profilů se musí vybudovat pažená startovací jáma potřebných rozměrů, zpravidla 2 x 2 m. Jako koncovou šachtu lze vždy využít stávající revizní šachtu 1000 mm. Na jednu inverzi lze renovovat úsek i přes několik revizních šachet v délce do cca 200 m

v závislosti na profilu a spádu stoky a na místních podmínkách. Současně s vložkováním potrubí je možné opravit revizní šachty zednickým způsobem, tzn. po očištění vyspravit spáry a vady v betonových skružích speciální maltou, opravit dno a osadit nové stupačky příp. rám s poklopem. Po provedeném vyvložkování je potrubí zkontrolováno kamerou s pořízením záznamu. [52]

Nesporné a nezastupitelné výhody má tato metoda při opravách kanalizací :

- ve větších hloubkách
- v nevhodném a těžko dostupném terénu
- v zastavěných územích
- v historických částech měst a obcí, v památkově chráněných územích
- v komunikacích zatížených hustou dopravou
- v územích s ochranou stávající zeleně
- v územích s ochranou podzemní vody
- všude tam, kde nelze provést opravu potrubí otevřeným výkopem, tj. v trasách přes problematické soukromé pozemky, podchody pod budovami, komunikacemi, železnicemi, vodními toky včetně hrází, v areálech průmyslových závodů apod.
- v současné době se tato metoda s výhodou využívá při opravách kanalizací v místech plánované výstavby průmyslových hal, nákupních center, bytových, kancelářských a obchodních objektů apod. Kanalizace je opravena ještě před výstavbou objektu, tím je zaručena její prodloužená životnost a nehrozí v budoucnu její případná nákladná oprava se zásahem do nově vybudovaného objektu. [52]

Obecné výhody bezvýkopové metody:

- rychlost provedení opravy (úsek délky až 200 m v průběhu 2 dnů)
- téměř žádné omezení dopravy
- minimální zábory ploch po dobu opravy
- vyloučení zemních prací
- nedotčení jiných inženýrských sítí

- šetrnost k životnímu prostředí – minimální hlučnost, bezprašnost
- dokonale utěsní potrubí
- vložka odolává abrazi a chemikáliím
- zvýší průtočnost potrubí
- zrenovované potrubí má životnost až 80 let
- záruka na provedenou sanaci až 10 roků [52]

Používaná pojiva a skladba vložky (rukávce) INSAK®

Pro zakázky v obvyklém prostředí jednotných, dešťových nebo splaškových kanalizací jsou používány polyesterové resp. epoxidové pryskyřičné směsi. [53]

Pro chemicky a tepelně zatížené potrubní sítě jsou používány epoxidvinylesterové pryskyřičné směsi. [53]

Dodavatelem jmenovaných pryskyřičných pojiv je firma SCOTT BADER Eastern Europe s.r.o. a dodává je pod názvem CRYSTIC. Vlastním materiálem vložky INSAK® je speciální netkaná textilie KAVI. [53]



Obr. 32 Práce techniků s kanalizační vložkou INSAK[54]

Po vyvložkování jsou provedeny zkoušky těsnosti dle ČSN EN 1610. Protokoly jsou součástí předávací dokumentace. Opravené potrubí je na závěr zmonitorováno TV kamerou a originál videonahrávky je součástí dokumentace k předání díla. [55]

Přípravné práce

Přečerpávání

Provádění bezvýkopové opravy vyžaduje omezení přítoku odpadních vod. Úseky, na kterých bude probíhat bezvýkopová oprava, je zhotovitel povinen vybavit obtokem po povrchu. Obtok se vytvoří zatěsněním stoky v šachtě nad opravovaným úsekem těsnícím vakem příslušné dimenze nebo přehrazením a přečerpáváním odpadních vod potrubím uloženým na povrchu zpět do stokové sítě pod opravovaným úsekem. K přečerpávání bude použito kalové čerpadlo. Při průtoku většího množství odpadních vod se v daném úseku osadí v šachtě záložní dostatečně kapacitní čerpadla a povrchový bypass se znásobí podle množství protékajících odpadních vod. Zhotovitel je povinen mít v záloze čerpací techniku o dostatečné kapacitě pro případ neočekávaného přítoku dešťových vod. [56]

Čištění, odstranění překážek

Zhotovitel vyčistí celý úsek kanalizační stoky určený k opravě vysokotlakým vozidlem a odstraní všechny překážky ve stoce (kořeny, naplaveniny, beton apod.). K čištění potrubí od kořenů a tvrdých usazenin se používají řetězové a čelní frézy, k odstranění betonů, přesazených spojů a přípojek, střepů, kořenů, inkrustů se používají roboty. Při frézování překážek provede robot současně i zaměření všech stávajících přípojek z důvodu jejich vyhledání a otevření po vložkování. V ceně čištění je i čistící médium, odvoz vytěženého materiálu ze stoky na skládku vč. případného odvodnění sedimentu před odvezením na skládku. Odstranění a přeložení jiných vedení procházejících přes kanalizační potrubí bude řešeno s investorem, objednatelem a majiteli a správci podzemních sítí ještě před zahájením vložkování. Případné nutné přeložky inženýrských sítí (vymístění vedení z průtočného profilu stoky) provedou jejich majitelé na vlastní náklady. [57]

Oprava narušeného povrchu stoky

Před započítím vlastního vložkování bude provedeno odstranění překážek v potrubí, hrubé vyspravení povrchu stoky v průlezných profilech (značně zkorodovaná místa, kaverny), příp. lokální opravy v neprůlezných profilech (např. krátké sanační rukávy, opravy lokálních zborcených částí výkopem) a vyčištění tlakovou vodou. [58]

V průlezných profilech bude provedeno hrubé vyspravení narušených míst a nerovností povrchu zednickým způsobem. Opravovaná místa budou nejprve vyčištěna mechanicky, poté bude provedeno vytmelení pomocí sanační malty, příp. zazdění otvorů (kaveren). Současně bude provedeno odstranění veškerých překážek v potrubí. V neprůlezných profilech bude odstranění překážek provedeno pomocí robota dle technických a technologických možností (frézování překážek, osazení krátkých sanačních rukávů). [58]

V místech, kde je stávající potrubí lokálně narušeno (zborceno) v takovém rozsahu, že je nezbytná jeho výměna, dojde před zahájením vložkování k výměně poškozeného potrubí otevřeným výkopem. Narušená část potrubí bude vyjmuta ze země a nahrazena novým potrubím stejného vnitřního průměru. Po výměně potrubí bude celý úsek i s vyměněným potrubím vyvložkován. [58]

Oprava napojení přípojek

Součástí sanace potrubí je oprava napojení přípojek. U neprůlezných profilů budou místa neodborně napojených přípojek vyspravena pomocí robota (frézování, klobouk, krátký rukáv, šála) dle technických možností. U průlezných profilů budou místa neodborně napojených přípojek opravena ručně speciální sanační maltou dle technologického postupu výrobce. [59]

Přesazené přípojky budou před vložkováním zalícovány s vnitřní stěnou stoky. Přesná technologie zapravení místa napojení přípojek bude stanovena na základě rozsahu poškození zjištěného z kamerového záznamu, konkrétní používané

technologie dodavatelem bezvýkopové technologie i v závislosti na aktuálním stavu hladiny podzemní vody v době provádění. [59]

Po osazení rukávce budou přípojky v neprůlezných profilech otevřeny robotem a následně, pokud je to technicky možné, budou do napojení osazeny klobouky dl. cca 10 cm, případně šála. Ze šachty na přípojce nebo z výkopu lze narušené místo v přípojce bez lomů a nerovností sanovat i krátkým rukávem, příp. přípojku vyvložit v celé délce a konec rukávce v hlavním řadu odfrézovat robotem. [59]

Oprava revizních šachet

Po provedení vložkování bude provedena oprava stávajících šachet na vložkových úsecích kanalizace zednickým způsobem. U šachet budou v případě potřeby demontovány a nahrazeny novými přechodové skruže, vyrovnávací prstence a rámy s poklopy. Zároveň budou vyměněna všechna žebříková stupadla. Nová stupadla budou ocelová a musí být potažena plastovou ochrannou vrstvou a tvarově upravena tak, aby zamezovala proklouznutí směrem dolů a do stran. [60]

Dále bude provedeno vyspravení kynet, podest, napojení přípojek a oprava stěn šachet sanačními materiály. Opravovaná místa budou očištěna nejprve mechanicky, následně tlakovou vodou. Stěny a dno budou opraveny sanační cementovou maltou a stěrkou dle předpisů výrobce. [60]

4.3.9 Technologie UV Liner pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí

Metoda UV liner patří mezi bezvýkopové rukávcové metody. Bezešvá vložka ze skelných vláken se strukturou mřížky je dle vypočítané tloušťky vyrobena na dané rozměry potrubí (obvod, DN, délka) ve tvaru rukávce (hadice). [61]

Tloušťka stěny vložky je stanovena na základě statického výpočtu s ohledem na profil, stupeň poškození, výšku hladiny spodní vody a hloubku uložení potrubí. [61]

Vložka je současně s výrobou rukávce nasycena vhodně formulovanou polyesterovou nebo vinylesterovou pryskyřicí s minimálním obsahem styrenů.

Zevnitř je nasycená vložka chráněna folií, která slouží jako pomůcka při montáži a odstraní se ihned po vytvrzení vložky a vnější povrch vložky chrání před slunečním zářením (UV zářením) folie nepropouštějící světlo. [61]



Obr. 33 Vůz přepravující techniku UV Liner [61]

Kanalizační potrubí určené k sanaci se nejdříve vyčistí, robotem se odfrézují všechny překážky a potrubí se zkontroluje kamerou. Odpadní vody jsou po dobu opravy přečerpávány obtokem po povrchu. Na dno potrubí se zatáhne ochranná folie, která chrání vložku před poškozením při jejím zatahování. [61]

Vložka se vtahuje do potrubí pomocí hydraulického navijáku Bagela. Konce protažené vložky se upevní na sadu průchozích pakrů, vzduchovou hadicí se napojí kompresor a vložka se nafukuje stlačeným vzduchem. Do vtažené vložky se zasune soustava UV lamp s kamerou, kterou je sledováno správné rozbalování vložky a její přilnutí na stěnu potrubí. Průběh zvyšování tlaku v závislosti na čase kontroluje obsluha na displeji zařízení. Po dosažení požadovaného vnitřního tlaku se vložka velmi rychle vytvrdí pomocí pojízdné vytvrzovací soustavy UV lamp při konstantní rychlosti posunu. Působením UV záření z osy potrubí na nasycenou vložku dochází k reakci pryskyřice, jejímu vytvrzování a vzniku nového plastového potrubí. Průběh procesu vytvrzování hlídají teplotní a tlaková čidla a kamera, všechny sledované veličiny včetně času a rychlosti, sleduje obsluha na displeji. [61]

Po protažení pojízdné soustavy UV lamp celým úsekem a kontrole vytvrzení vložky v šachtách je z potrubí vypuštěn vzduch, odříznou se konce vložky v šachtách, vyříznou se vrchlíky v mezišachtách, zapraví se napojení mezi stěnou šachet a vložkou, otevřou se robotem přípojky. Kamerou se provede kontrolní

prohlídka včetně záznamu na CD nebo DVD. Ve staré a poškozené kanalizaci vznikne nové potrubí z tvrzeného plastu. [61]



Obr. 34 Pojízdná soustava UV lamp [61]

Technické parametry jednotky PROKASRO UVA 800:

- světelný zdroj 8x 400 W pro DN 150 – 600 mm
- světelný zdroj 4x 1000 W pro DN 800 – 1000 mm
- délka kabelu na bubnu 202 m
- kompresor na plnění rukávu o výkopu 350 m³/hod a tlaku 0,9 bar
- generátor o výkonu 203 V/25,5 W
- kamera zasazená v hlavě světelného zdroje [61]

Řídící jednotka pro vytvrzování a kontrolu parametrů obsahuje informace o :

- teplotách na čidlech soupravy lamp na začátku, uprostřed a na konci
- teplotě vzduchu v potrubí
- rychlosti navíjení soupravy lamp
- tlaku v potrubí
- ujeté vzdálenosti
- činnosti jednotlivých lamp (1-8) [61]

Bezvýkopovou metodou UV Liner je možné opravit i velmi poškozená potrubí kruhových profilů DN 150 mm až 1000 mm, vejčitých profilů DN 200/300 mm – 800/1200 mm v délkách do 250 m v závislosti na profilu v jednom pracovním dnu. Velmi důležitou skutečností ovlivňující cenu bezvýkopové opravy metodou UV

Liner je optimální návrh tloušťky stěny vložky od 3,5 mm až do 10 mm, u větších profilů může být i větší. Na výslednou tloušťku má vliv profil a stupeň poškození potrubí, výška hladiny spodní vody a hloubka uložení potrubí. [61]

Výhody metody UV LINER:

- vyřeší částečnou nebo plnou statickou únosnost opraveného potrubí
- opravou se zlepší hydraulické parametry potrubí a zvýší se průtočnost potrubí
- vložka odolává utěsnění potrubí
- vložka odolává abrazi a chemikáliím
- velmi rychlý průběh prací (až 250 m za den, v profilech do DN 400mm až 500m za den)
- minimální zábory ploch po dobu opravy
- provedení opravy bez zemních prací, bez narušení povrchů komunikací, bez dotčení jiných podzemních inženýrských sítí
- minimální omezení místní dopravy
- šetří životnost prostředí – minimální hluchost, bezprašnost, odpadá odvoz vykopané zeminy a problém kam s ní, odpadá dovoz zásypových hmot
- min. záruka 60 měsíců na provedenou sanaci
- prodloužení životnosti potrubí až o 80 let
- úspora finančních prostředků oproti opravě otevřeným výkopem
- opravu lze provádět i za venkovní teploty pod bodem mrazu
- pro instalaci a vytvrzování není potřeba zdroj vody [61]

4.4 Principy řešení

Pod toto odvětví spadá mnou navržené teoretické řešení rekonstrukce kanalizace. Na základě kamerových průzkumů kanalizačních stok „BD“, „BG“, „BE“ a „BF“ v ulici Horní Bašta města Štramberk, víme že stávající stav kanalizačního potrubí je značně nevyhovující a trubní vedení dosti zastaralé. Z toho důvodu je třeba tento úsek opravit, nebo vybudovat zcela novou kanalizaci.

Podmínky pro vybudování nové kanalizace jsou ale značně ztížené, protože část tohoto kanalizačního úseku se nachází v blízkosti rodinných domů a navíc v prudkém kopci. Rovněž v těchto místech bylo dle ručně kopaných sond zjištěno, že se dno stávajícího kanalizačního potrubí nachází níže než základy rodinných domů a tudíž je nemožné v tomto úseku pokládat zcela nové trubní vedení. Z toho důvodu ve své práci neuvažuji o vybudování nové kanalizace, jelikož by to neproveditelné v celém úseku a nákladné jak časově, tak i ekonomicky.

Ve svém návrhu se odrazím od projektu Rekonstrukce kanalizace v ulici Horní bašta od společnosti SmVaK Ostrava a.s. Tento projekt byl zpracován tak, že se převážná část rekonstruovala výkopem a pokládkou nového z Tvárné Litiny a zbylá část byla provedena bezvýkopově, vyvložkováním vložkou INSAK. Z tohoto projektu jsem dále rozpočítal a určil odhadované cenové náklady pro mé další dva návrhy.

- **Celková rekonstrukce bezvýkopovou metodou pomocí vložky INSAK**
- **Výkopem a vyvložkováním vložkou INSAK, při změně materiálu nově uloženého kanalizačního potrubí na Kameninu**

Je potřeba tak zajistit odvedení veškerých odpadních vod z ulice Horní Bašta směrem na ČOV, napojit domovní přípojky a znovu obnovit povrch.

Rekonstrukce kanalizace spadá pod **Zákon č. 274/2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích**, který upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejně potřebě, přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávních celků a správních úřadů na tomto úseku. [62]

Dále se projekt rekonstrukce kanalizace opírá o **stavební zákon, 183/2006 Sb. , nařízení vlády ČR č. 171/1992 SB o ukazatelích přípustného znečištění recipientu a novelizací č. 185/1996 Sb.** [63]

5. Návrh opatření pro odstranění závad a jejich ekonomické zhodnocení

5.1 Rekonstrukce kanalizace výkopem a vložkováním

Touto variantou byl zpracován projekt společnosti SmVaK Ostrava a.s. od něhož se v mé bakalářské práci dále odvíjím. Jedná se o rekonstrukci kanalizace v ulici Horní Bašta obce Štramberk na parc.č. 998, 3021/1, 1077, 1022 v k.ú. Štramberk.

Rekonstrukce kanalizace byla provedena ručním výkopem a bezvýkopovou metodou. Bezvýkopově, zatažením sanační vložky tl. 4 mm, byly řešeny úseky mezi revizními šachtami č. 224 – 284 kanalizační stoky „BD“, 232 – 296 kanalizační stoky „BG“, 243 – 303 stoky „BE“, 304 – 307 stoky „BE,BF“ o celkové délce 136,11 m. Výkopem byly řešeny úseky mezi revizními šachtami č. 284 – 295 stoky „BD“, 296 – 297 stoky „BG“, 303 – 304 stoky „BE,BF“ o celkové délce 186,96 m. [64]

Vložkování

Bezvýkopová technologie byla projektovou dokumentací předurčena a provedena mezi revizními šachtami č. 224-284, 232-296, 243-299 a 304 - 307. Sanace byla provedena vložkováním, metodou UV-záření (viz.kapitola 4.1.9 Technologie UV Liner pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí), zatažením sanační vložky tl. 4 mm do potrubí a vytvrzením ve sklolaminát DN300 v délce 136,11 m. [65]

Kanalizační potrubí určené k sanaci bylo bezvýkopovou technologií nejprve zbaveno veškerých nečistot tlakovou vodou, robotem byly odfrézovány všechny překážky a záměry kanalizační přípojky (viz. kapitola 4.3.6 Fréza na otevírání odboček (přípojek) po zaslepení vložkou INSAK nebo krátkým rukávцем) a dále bylo potrubí zkontrolováno kamerou ITV. [65]

Sklolaminátová vložka byla zatáhnuta pomocí navijáku do sanovaného potrubí z jedné šachty do druhé a na obou koncích uzavřena. Vložka je obecně vyztužena speciální vrstvou tkaniny ze skelných vláken, a tudíž bylo vyloučeno jakékoliv nadměrné protažení nebo přetržení sklolaminátového rukávce. Takto zatažená vložka se v potrubí nafoukla stlačeným vzduchem, dokud se nepřitlačila na stěnu starého potrubí. Při zachování konstantního tlaku se pak rukávec velmi rychle vytvrdil pomocí UV vytvrzovací jednotky. Kamera, teplotní a tlaková čidla instalovaná na vytvrzovací jednotce se postaraly o přesné monitorování a zdokumentování procesu. Při vytvrzování UV zářením byla tvrdnoucí pryskyřice ozářena světlem o určité vlnové délce (360 – 420 nm). Speciální fotoiniciátory obsažené v pryskyřici se postaraly o požadovanou reakci. Kanalizační přípojky byly na dobu vytvrzování zaslepeny. Zaslepené domovní přípojky byly po sanaci otevřeny bezvýkopově kanalizačním robotem (odfrézováním). Do kanalizačních přípojek byly rovněž pomocí robota vsazeny těsnící rukávce (klobouky) délky 200 mm v profilech dle přípojek. Šachty č. 224, 232 a 243 zůstaly stávající, šachty 284, 296 a 299 byly vybudovány jako monolitické DN600 s vyrovnávacím prstencem a poklopem, neboť výšky šachet neodpovídaly skladebným výškám šachtových dílců. Byly použity litinové poklopy s betonovou výplní BEGU D400 bez odvětrávání s tlumící vložkou. [65]

Výkopová technologie

Byla projektovou dokumentací předurčena a provedena mezi revizními šachtami č. 284 – 295, 296 – 297 a 303 – 304. Výkop byl proveden ručně z důvodů blízkostí inženýrských sítí a celkově malých prostorových možností především v horní části ulice Horní Bašta. Po celé délce úseku předurčeného k ručnímu výkopu se nacházelo několik vstupů do místních nemovitostí. Jednalo se především o nabetonované stupně schodů a v jednom případě i nabetonávku vjezdu do garáže. Tyto stupně a vjezd byly po dobu stavby dočasně odstraněny. Po ukončení stavby byly všechny tyto vstupy a vjezd navraceny do původního stavu opětovným vybudováním. [65]

Výkopová část kanalizace byla provedena z trub z tvárné litiny DN300 v celkové délce 186,96 m. Hrdlové trouby byly spojovány na šterkopiskové lože tl.

100 mm a zasypány ochranným štěrkopískovým obsypem z kameniva frakce 8 – 16 mm až do výšky 100 mm nad horní hranu potrubí. Rekonstrukce kanalizace byla prováděna od spodu (proti směru toku) a vždy po úsecích vymezujících revizní šachty. Vždy byl otevřen jeden úsek mezi šachtami s vybudování revizních šachet v daném úseku, dále byla provedena výměna potrubí, přepojení domovních přípojek a úsek byl následně zasypán ochranným obsypem s uhutněním. Poté byl otevřen následující úsek pro ruční výkop a byl zrekonstruován obdobným způsobem. Z důvodu mělkého uložení potrubí pod povrchem bylo nutné vybudovat veškeré revizní šachty jako monolitické s vyrovnávacím prstencem a poklopem, neboť výšky, resp. hloubky šachet neodpovídaly skladebným výškám šachtových dílců. Jako poklopy byly použity litinové s betonovou výplní BEGU D400 bez odvětrávání s tlumící vložkou. Veškeré revizní šachty byly z důvodu prostorových možností vybudovány v profilu DN600 namísto standardních DN1000. [65]

Po provedení rekonstrukce celého úseku a provedení kamerového průzkumu byla položena kamenná dlažba (byla provedena obnova povrchů). Minimální krytí potrubí bylo 350 mm nad horní hranu. Na uhutněný štěrkopískový ochranný obsyp potrubí bylo provedeno pískové lože kamenné dlažby z kameniva frakce 4 – 8 mm promíchaného s cementem. Do tohoto lože byla kamenná dlažba skládána na výšku kamene, tzv. na štět a nebyly vytvářeny spáry mezi kameny. [65]

Přípojky

Přípojky byly přepojeny navrtávkou v potrubí s vloženým navrtávacím sedlovým kusem 90° a hrdlem pro kameninovou troubu. Na tuto odbočku bylo napojeno výškové koleno z kameniny nebo kameninové potrubí příslušné délky a stávající potrubí přípojky bylo s tímto kamenovým potrubím propojeno pomocí pryžové manžety s obetonávkou. Během stavby nebyla ulice zpřístupněna pro turistické účely, pouze místním obyvatelům byl umožněn přístup k domům pomocí ocelových lávek se zábradlím a byl umožněn příjezd obyvatel k domu. [65]

Obrázek níže zobrazuje zjednodušenou situaci rekonstrukce kanalizace výkopem a vyvložkováním.



Obr. 35 Zjednodušená situace kanalizace[66]

Základní identifikační údaje

Název stavby: „Štramberk, Horní Bašta – rekonstrukce kanalizace“

Místo stavby: Štramberk

Katastrální území: k.ú. Štramberk

Kraj: Moravskoslezský

Pověřený úřad s roz. prav. : Kopřivnice

Stavební úřad: Štramberk

Charakter lokality: rekonstrukce

Číslo stavby: 4660

Investor a provozovatel: Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s. 28. Října 169, 709 45 Ostrava, IČO 45193665

Objednavatel: Aqualia infraestructuras inženýring, s.r.o.

Zodpovědný projektant: LB projekt – water of engineering, s.r.o. , Kounicova 685/20, 602 00 Brno, IČ 29262747

Autorizovaná osoba: Ing. Bohdan Plch, ČKAIT 1004094

Stupeň PD : DSP

Datum: listopad 2012

Dodavatel: byl určen výběrovým řízením [67]

Údaje o stavbě

Název stoky: „BE“ , „BF“

Materiál – Délka – Profil: tvárná litina – 11,68m – DN 300

Materiál – Délka – Profil: vložkování – 111,08 m – DN300 – tl. stěny 4 mm

Název stoky: „BG“

Materiál – Délka – Profil: tvárná litina – 11,82 m – DN300

Materiál – Délka – Profil: vložkování – 16,3 m – DN300 – tl. Stěny 14 mm

Název stoky: „BD“

Materiál – Délka – profil: tvárná litina – 163,46 m – DN300

Materiál – Délka – Profil: vložkování – 8,9 m – DN300 – tl. stěny 4 mm [68]

Kanalizační přípojky

Stoka „BD“ – Kamenina DN150 – 18,0 m

- Kamenina DN200 – 2 m

Stoka „BG“ – Rukávec DL.200 mm, DN 150 3x

- Kamenina DN150 – 1 m

Stoka „BE“ , „BF“ – Kamenina DN150 – 17 m

- Kamenina DN 200 – 2 m [68]

Odhadované finanční náklady

Níže uvedená tabulka ukazuje finanční náklady pro rekonstrukci kanalizace, které jsou převzaty dle zhotoveného projektu pro Rekonstrukci ulice Horní Bašta ve městě Štramberk společnosti SmVaK Ostrava a.s.

Cenové náklady jsou zde zpracovány zjednodušeně, jelikož vypisování všech cenových položek dopodrobna by bylo zdlouhavé. K vypsání těchto položek jsem použil rozpočtovou část projektu Rekonstrukce ulice Horní Bašta Štramberk. Pod tabulkou cenových nákladů je spočítána celková suma, ve které jsou započítány celkové náklady jak za výkopovou, tak bezvýkopovou technologii.

Tabulka č.1 Přehled cenových nákladů var.1 (výkopem a vyvložkováním)[69]

Výkopová technologie	Cena [Kč]
Zemní práce	1 293 594
Vodorovné konstrukce	10 488
Komunikace	536 612
Trubní vedení	2 015 406
Dokončovací práce inž.staveb	46 724
Staveništní přesun hmot	594 290
Celkem	4 497 114
Bezvýkopová technologie	Cena [Kč]
Zemní práce	37 040
Trubní vedení	1 807 757
Dokončovací práce inž. staveb	36 715
Staveništní přesun hmot	5 072
Celkem	1 886 584

	Cena [Kč]
Celková odhadovaná cena	6 383 698

5.2 Rekonstrukce kanalizace celkovým vyvložkováním

K odhadnutí celkové ceny rekonstrukce kanalizace v ulici Horní Bašta se budu odvíjet od ceny stanovené společností SmVaK Ostrava a.s. (viz kapitola. 5.1).

Vzhledem k tomu, že bylo kamerovým průzkumem zjištěno značné množství problémů, v podobě podélných a příčných trhlin, degradovaný beton atd.. (viz. kapitola 6.) a výskyt inženýrských sítí v blízkosti kanalizace, byla tato metoda, dle mého názoru nejefektivnější. Nebylo by potřeba otvírat dlouhé výkopy a rozkopávat tak plochu komunikace, zajišťovat místo dočasné skládky materiálu a přebytečné zeminy, zabezpečit rýhy pažícími boxy, nemuset uvést vše do

původního stavu včetně znovuvybetonování stupňů schodů a vjezdu (viz. kapitola 5.1). Ale především by celková rekonstrukce vyvložkováním zabrala o poznání méně času, než metoda výkopem.

Pro tuto metodu bych zvolil technologii UV LINER (viz. kapitola 4.3.9). K odstranění prorůstajících kořenů, případně přesazených přípojek a k napojení stávajících domovních přípojek by byla použita fréza na otevírání odboček (přípojek) po zaslepení vložkou INSAK nebo krátkým rukávem (viz. kapitola 4.3.6). Při celkové rekonstrukci této kanalizace mezi šachtami č. 284 – 307 by se muselo postupovat po 2 úsecích, jelikož technologie UV LINER může pracovat jen do 250 m a celková délka rekonstruované kanalizace mezi šachtami č. 284 – 307 by byla něco okolo 281 m. Pro aplikaci vložky do porušeného potrubí po odstranění nevyhovujících předmětů robotem by se zaslepil úsek mezi šachtami č. 284 – 295, umístila by se vložka, robotem otevřely a napojily domovní přípojky a stejným způsobem by se vyhotovil úsek mezi šachtami č. 265 – 307. Úseky mezi šachtami č. 224 – 284, 232 – 296 a 243 – 299, které byly zpracovány společností SmVaK Ostrava a.s. (viz. kapitola 5.1) by se udělaly rovněž stejným způsobem.

Na staveništi by se musela zajistit pouze organizace dopravy po dobu výstavby, včetně dodatečného dopravního značení, zajištění místa stání kolony vozidel a příprava staveniště pro technologii UV LINER.

Údaje o stavbě

Název stoky:	„BE“, „BF“
Materiál – Délka – Profil:	vložkování – 122,76 m – DN300 – tl. stěny 4 mm
Název stoky:	„BG“
Materiál – Délka – Profil:	vložkování – 27,6 m – DN300 – tl. Stěny 14 mm
Název stoky:	„BD“
Materiál – Délka – Profil:	vložkování – 171,2 m – DN300 – tl. stěny 4 mm

Kanalizační přípojky

Stoka „BD“ – Kamenina DN150 – 18,0 m

- Kamenina DN200 – 2 m

Stoka „BG“ – Rukávec DL.200 mm, DN 150 3x

- Kamenina DN150 – 1 m

Stoka „BE“, „BF“ – Kamenina DN150 – 17 m

- Kamenina DN 200 – 2 m

Odhadované finanční náklady

Tabulka níže uvádí odhadované položky jednotlivých finančních nákladů pro bezvýkopové provedení rekonstrukce kanalizace v ulici Horní Bašta města Štramberk. Ceny byly odhadnuty na základě rozpočtové části tohoto projektu společnosti SmVaK Ostrava a.s., tak že z rozpočtové části pro bezvýkopovou technologii byly přepočítány jiné délky pro zhotovení vložky INSAK po celé délce rekonstruovaného úseku. Výkopová část projektu byla zcela vyřazena.

Tabulka č.2 Přehled cenových nákladů var.2 (celkovým vyvložkováním)

Bezvýkopová technologie	Cena [Kč]
Zemní práce	88 095
Trubní vedení	4 299 573
Dokončovací práce inž.staveb	87 322
Staveništní přesun hmot	12 062
Celkem	4 487 052

5.3 Rekonstrukce kanalizace výkopem a vyložkováním při změně materiálu kanalizačních trub

Dle tohoto návrhu by byly úseky mezi revizními šachtami č. 224 – 284, 232 – 296 , 243 – 303 a 304 – 307 zrekonstruovány vyvložkováním jako v kapitole 5.1. Na úseky mez revizními šachtami č.284 – 295, 296 – 297 a 303 – 304 bych zvolil jiný materiál kanalizačního potrubí a to Kameninu. Jako dodavatele těchto kanalizačních trub jsem zvolil například společnost PVC Alfa s.r.o. Ostrava

Kunčice a na základě jejich nabídky kameninových trub stanovil přibližnou cenu rekonstrukce kanalizace touto metodou.

Zvolil jsem kameninové trouby DN 300 s hrdlovým spojem, které společnost PVC Alfa s.r.o. Ostrava Kunčice dodává pod názvem ROURA KAM/300 2,5m C 160 Spoj C – Polyuretan. [70]

Toto potrubí by se uložilo do lože z betonu. Obsyp by byl postupně po vrstvách hutněný pouze po stranách potrubí ze štěrkopísku a to min. 0,2 m nad vrchol trouby. Zásyp by byl proveden z kameniva frakce 0 – 63 mm a ohutněn. Po uložení potrubí a jeho následném zasypání by byl povrch komunikace navrácen do původního stavu.

Kanalizační přípojky a revizní šachty

Z důvodu mělkého uložení potrubí pod povrchem (viz. kapitola 5.1) by musely být veškeré revizní šachty vybudovány jako monolitické s vyrovnávacím prstencem. Jako poklopy by se opět použily litinové s betonovou výplní BEGU D400 bez odvětrávání s tlumící vložkou. Kanalizační přípojky by byly napojeny pomocí sedel připojených ke kanalizaci výřezem a přitmelením.

Údaje o stavbě

Název stoky:	„BE“, „BF“
Materiál – Délka – Profil:	Kamenina – 11,68 m – DN300
Materiál – Délka – Profil:	vložkování – 111,08 m – DN300 – tl. stěny 4 mm
Název stoky:	„BG“
Materiál – Délka – Profil:	Kamenina – 11,82 m – DN300
Materiál – Délka – Profil:	vložkování – 16,3 m – DN300 – tl. Stěny 14 mm
Název stoky:	„BD“
Materiál – Délka – Profil:	Kamenina – 163,46 m – DN300
Materiál – Délka – Profil:	vložkování – 8,9 m – DN300 – tl. stěny 4 mm

Kanalizační přípojky

Stoka „BD“ – Kamenina DN150 – 18,0 m

- Kamenia DN200 – 2 m

Stoka „BG“ – Rukávec DL.200 mm, DN 150 3x

- Kamenina DN150 – 1 m

Stoka „BE“, „BF“ – Kamenina DN150 – 17 m

- Kamenina DN 200 – 2 m

Odhadované finanční náklady

Uvedená tabulka opět zobrazuje položky pro jednotlivé finanční náklady pro výkopovou a bezvýkopovou technologii rekonstrukce kanalizace ulice Horní Bašta města Štramberk. U výkopové technologie byl změněn materiál kanalizačních trub na Kameninu a přepočítány tak jednotlivé finanční náklady.

Tabulkač. 3 Přehled cenových nákladů var.3 (výkopem a vyvložkováním při změně materiálu kanalizačního potrubí)

Výkopová technologie	Cena [Kč]
Zemní práce	1 293 594
Vodorovné konstrukce	10 488
Komunikace	536 612
Trubní vedení	765 843
Dokončovací práce inž.staveb	52 360
Staveništní přesun hmot	610 540
Celkem	3 269 437
Bezvýkopová technologie	Cena [Kč]
Zemní práce	37 040
Trubní vedení	1 807 757
Dokončovací práce inž. staveb	36 715
Staveništní přesun hmot	5 072
Celkem	1 886 584

	Cena [Kč]
Celková odhadovaná cena	5 156 021

5.4 Ekonomické zhodnocení

Po celkovém srovnání odhadovaných cenových variant rekonstrukce ulice Horní Bašta v obci Štramberk, je dle mého zpracování pořadí následující.

- **Nejlevnější** – Celkové vyvložkování rekonstruovaného úseku vložkou INSAK
- **Cenově vyšší** – Výkopem a vyvložkováním při změně materiálu na Kameninu
- **Nejdražší** – Výkopem a vyvložkováním, Litina + vložka INSAK

Cenově nejlevnější je varianta č.2 vyvložkování celého úseku. Druhá v pořadí by byla varianta č.3 Výkopem a vyvložkováním při změně materiálu na Kameninu a jako poslední nejdražší varianta č.1. Variantu vybudování zcela nové kanalizace jsem zahrnul z důvodů zmíněných v kapitole 4.4 Principy řešení.

Tabulkové srovnání cenových nákladů pro rekonstrukci kanalizace

Tabulka níže zobrazuje shrnutí všech cenových návrhů pro rekonstrukci kanalizace v ulici Horní Bašta města Štramberk od nejlevnějšího po nejdražší, které jsou předmětem této bakalářské práce.

Tabulka č.4 Přehled cen jednotlivých variant

Materiál	Cena [Kč]
Celkové vyvložkování INSAK	4 487 052
Kamenina + vložka INSAK	5 156 052
Litina + vložka INSAK	6 383 698

6. Monitoring a vyhodnocení kanalizační sítě po rekonstrukci

Snímky z vyhodnocení po rekonstrukci kanalizace v ulici Horní Bašta města Štramberk z nově usazeného litinového potrubí a vložky INSAK. Po usazení nového potrubí a vsunutí vložky INSAK a napojení veškerých domovních přípojek, byly provedeny zkoušky těsnosti potrubí a kamerou ITV celé toto potrubí zkontrolováno.

Potrubí bylo po kontrole kamerou ITV zhodnoceno jako vyhovující. Byly odstraněny veškeré poruchy, odskočené spoje, prorůstající kořeny, nánosy, opraveno napojení domovních přípojek a napojení do revizních šachet. Celková životnost zrekonstruované kanalizace se prodloužila zhruba o dalších 50 let.

6.1 Úsek rekonstruován vložkou INSAK

Uvedené snímky zobrazují stav kanalizačního potrubí v ulici horní Bašta města Štramberk zrekonstruovaného vložkou INSAK. Jsou zde uvedeny jednotlivé úseky mezi danými stokami.



Obr. 36 Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, stoka „BE,BF“ po směru toku z rev. šachty č. 299 do rev. šachty č. 243[71]



Obr. 37 Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, stoka „BE,BF“ proti směru toku z rev. šachty č. 306 do rev. šachty č. 307 [72]



Obr. 38 Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, kanalizační přípojka stoka „BG“ po směru toku z rev. šachty č.296 do rev. šachty 232 [73]

6.2 Úsek zrekonstruován Tvárnou Litinou

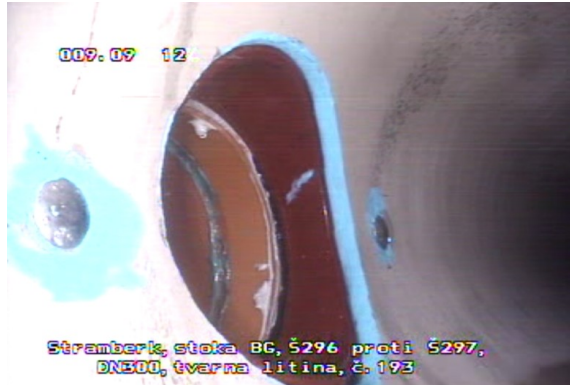
Tyto snímky zobrazují stav kanalizačního potrubí v ulici horní Bašta města Štramberk zrekonstruovaného nově usazeným potrubím z Tvárné litiny. Jsou zde rovněž uvedeny jednotlivé úseky mezi danými stokami.



Obr. 39 Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BE,BF“ po směru toku z rev. šachty č. 304 do rev. šachty č. 303 [74]



Obr. 40 Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BG“ proti směru toku z rev. šachty č. 296 do rev. šachty č. 297 [75]



Obr. 41 Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BG“ kanalizační přípojka, proti směru toku z rev. šachty č. 296 do rev. šachty č. 297[76]

7. Závěr

Závěrem této práce bych chtěl zhodnotit stav zrekonstruované kanalizace a srovnat odhadované cenové náklady na jednotlivé varianty rekonstrukce kanalizace v ulici Horní Bašta v obci Štramberk.

Část kanalizace byla zrekonstruována společností SmVaK Ostrava a.s. pokládkou nového litinového potrubí DN300 a zbylá část vyvložkována vložkou INSAK, bylo to především z důvodu prudkého sklonu původního kanalizačního potrubí ale také moc hlubokým uložením potrubí vůči základům rodinných domů v části mezi rev. šachtami č. 304 – 307. Podle průzkumu kamery ITV kanalizace po rekonstrukci nebyly nalezeny žádné vady a byly zcela postihnuty všechny problémová místa (degradovaný beton, nánosy, zlomy, prorůstající kořeny, osazené nové revizní šachty, vyměněny mříže dešťových vpustí). Touto rekonstrukcí se životnost kanalizace v ulici Horní Bašta města Štramberk prodloužila o dalších 50 let.

Po mém srovnání odhadnutých cen jednotlivých variant rekonstrukce kanalizace v ulici horní Bašta v obci Štramberk je zřejmé, že nejlevnější a časově nejméně náročná metoda rekonstrukce kanalizace bude variantou úplného vyvložkování vložkou INSAK. V tomto pořadí druhá nejlevnější varianta bude při změně materiálu kanalizačního potrubí na Litinu + vyvložkování zbylého úseku vložkou INSAK. A jako třetí nejdražší variantu jsem stanovil projekt společnosti SmVaK Ostrava a.s., část vyvložkováním metodou INSAK a zbylá část položením Kameninového kanalizačního potrubí.

8. Seznam použité literatury

- [1] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění: Historie stokování a čištění*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [2] Historie stokování a čištění [online]. [cit. 12.4.2016] Dostupné na internetu: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/1_uvod.html
- [3] Wastewater Treatment [online]. [cit. 12.4.2016] Dostupné na internetu: <http://water.usgs.gov/edu/wuww.html>
- [4] Štramperk [online]. [cit. 15.12.2015] Dostupné na internetu: <https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0tramperk>
- [5] Letecký snímek města Štramperk [online]. [cit 15.12.2015] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1107073&y=49.5894609&z=16&l=0>
- [6] Kotouč Štramperk [online]. [cit. 15.12.2015] Dostupné na internetu: http://www.kotouc.cz/o_spolecnosti.php
- [7] Kotouč Štramperk – Lom [online]. [cit. 15.12.2015] Dostupné na internetu: http://www.kotouc.cz/o_spolecnosti.php
- [8] Kanalizační řád Stokové sítě Města Štramperk, Změna č.1 – 3.1 Charakter lokality : SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [9] Kanalizační řád Stokové sítě Města Štramperk, Změna č.1 – 3.2 Odpadní vody : SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [10] Kanalizační řád Stokové sítě Města Štramperk, Změna č.1 – 4. Technický popis stokové sítě: SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [11] Štramperk, Horní Bašta rekonstrukce kanalizace, Projektová dokumentace pro stavební povolení – A. Průvodní zpráva: SmVaK Ostrava a.s., 2012
- [12] Kanalizační řád Stokové sítě Města Štramperk, Změna č.1 – 4.1 Popis a hydrologické údaje: SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [13] Štramperk, Horní Bašta rekonstrukce kanalizace, Projektová dokumentace pro stavební povolení – A. Průvodní zpráva: SmVaK Ostrava a.s., 2012
- [14] Ulice Horní Bašta, Město štramperk [online]. [cit. 1.3.2016] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1155058&y=49.5902433&z=18&l=0>

- [15] Záznam kamery ITV – přesazená přípojka vlevo nahoře a netěsné spoje, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s. 2012
- [16] Záznam kamery ITV – překážka v potrubí, bahení a šterkový nános, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s. 2012
- [17] Záznam kamery ITV – nános nečistot na dně potrubí, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s. 2012
- [18] Záznam kamery ITV – nános nečistot na dně potrubí, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s. 2012
- [19] Záznam kamery ITV – degradovaný beton uvnitř kanalizačního potrubí, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s. 2012
- [20] Integrovaný systém odvodnění urbanizovaného území [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=11968
- [21] Jednotná stoková soustava [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=11968
- [22] Oddílná stoková soustava [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=11968
- [23] Modifikovaná stoková soustava [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html
- [24] Radiální systém [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [25] Větevový systém [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [26] Úchytný systém [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html
- [27] Pásmový systém [online]. [cit. 30.12.2015] Dostupné na internetu: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/6_gravitacni_stokove_site.html

- [28] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávцем) – Profily domovních přípojek od DN 80 mm do DN 200 mm. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [29] Nástrčná kamera IBAK ORION [online]. [cit. 25.1.2016] Dostupné na internetu: http://www.ibak.de/fileadmin/ibak-content/docs-public/downloads-2014/en/131218_Products_21x21_en.pdf
- [30] Nástrčná kamera IBAK ORION [online]. [cit. 25.1.2016] Dostupné na internetu: <http://www.bmh.cz/files/document/Monitoring-kanalizac.pdf>
- [31] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávцем) – Nástrčná kamera IBAK ORION. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [32] Technologie ITV [online]. [cit. 25.1.2016] Dostupné na internetu: <http://www.bmh.cz/files/document/Monitoring-kanalizac.pdf>
- [33] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávцем) – Pojízdná kamera ITV. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [34] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávцем) – Monitorovací zařízení Rausch. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [35] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávцем) – Kamera Rausch. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [36] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávцем) – Panorama. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [37] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávцем) – Panorama kulový 3D scanner. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[38] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – Kamera Panorama. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[39] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – Práce kanalizační roboty KASRO. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[40] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – Spouštění robota do revizní šachty. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[41] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – Kanalizační robot KASRO. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[42] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – fréza na odstranění překážek. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[43] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – Robot ve vejčitém profilu. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[44] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – Robot při otevírání přípojky zaslepené krátkým rukávцем. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[45] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – kloubovací jednotka. BMH spo. s.r.o. Olomouc

[46] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlin a spojů (krátkým rukávцем) – Přípojka opravená kloubem v DN 400/200 mm. BMH spo. s.r.o. Olomouc

- [47] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávem) – Kloubovací jednotka. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [48] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávem) – Technologie krátkých rukávů. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [49] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávem) – Betonové potrubí po opravě krátkým rukávem. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [50] Diagnostika potrubí TV kamerami. Práce kanalizační roboty. Lokální bezvýkopové opravy přípojek a odboček (kloboukem), trhlín a spojů (krátkým rukávem) Plastové potrubí po opravě krátkým rukávem. BMH spo. s.r.o. Olomouc
- [51] Popis inverzní technologie pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí. Baštinec Vladimír. BMH spol. s.r.o. 2009.
- [52] Popis inverzní technologie pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí – Vložkování inverzním rukávem INSAK. Baštinec Vladimír. BMH spol. s.r.o. 2009.
- [53] Popis inverzní technologie pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí – Používaná pojiva a skladba vložky (rukávce) INSAK. Baštinec Vladimír. BMH spol. s.r.o. 2009.
- [54] Popis inverzní technologie pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí – Práce techniků s kanalizační vložkou INSAK. Baštinec Vladimír. BMH spol. s.r.o. 2009.
- [55] Technologický postup INSAK_2 . Baštinec Martin. BMH spol. s.r.o. 2005.

- [56] Bezvýkopová oprava (rekonstrukce) kanalizačních stok a přípojek vložkováním – Přípravné práce, Přečerpávání. Vyskupová Barbara. AQUA PROCON. 2012
- [57] Bezvýkopová oprava (rekonstrukce) kanalizačních stok a přípojek vložkováním – Přípravné práce, Čištění, odstranění překážek. Vyskupová Barbara. AQUA PROCON. 2012
- [58] Bezvýkopová oprava (rekonstrukce) kanalizačních stok a přípojek vložkováním – Oprava narušeného povrchu vozovky. Vyskupová Barbara. AQUA PROCON. 2012
- [59] Bezvýkopová oprava (rekonstrukce) kanalizačních stok a přípojek vložkováním – Oprava napojení přípojek. Vyskupová Barbara. AQUA PROCON. 2012
- [60] Bezvýkopová oprava (rekonstrukce) kanalizačních stok a přípojek vložkováním – Oprava revizních šachet. Vyskupová Barbara. AQUA PROCON. 2012
- [61] Popis technologie UV liner pro bezvýkopové opravy a rekonstrukce potrubí. Miroslav Hloušek. BMH spol. s.r.o. 2010
- [62] Zákon č. 274/2001 Sb. – Zákon o vodovodech a kanalizacích
- [63] Stavební zákon, 183/2006 Sb, nařízení vlády ČR č. 171/1992 SB – Zákon o ukazatelích přípustného znečištění recipient a novelizací č. 185/1996 Sb.
- [64] Štramberk, Horní Bašta rekonstrukce kanalizace, Projektová dokumentace pro stavební povolení – A. Průvodní zpráva : SmVaK Ostrava a.s., 2012
- [65] Štramberk, Horní Bašta rekonstrukce kanalizace, Projektová dokumentace pro stavební povolení – F1. Technická zpráva, 2. Popis stavebních prací: SmVaK Ostrava a.s., 2012
- [66] Ulice Horní Bašta, Město štramberk [online]. [cit. 1.3.2016] Dostupné na internetu: <https://mapy.cz/letecka?x=18.1155058&y=49.5902433&z=18&l=0>

- [67] Štramberk, Horní Bašta rekonstrukce kanalizace, Projektová dokumentace pro stavební povolení – F1. Technická zpráva, 1. Základní identifikační údaje: SmVaK Ostrava a.s., 2012
- [68] Štramberk, Horní Bašta rekonstrukce kanalizace, Projektová dokumentace pro stavební povolení – F2. Výkaz materiálů: SmVaK Ostrava a.s., 2012
- [69] Štramberk, Horní Bašta rekonstrukce kanalizace, Projektová dokumentace pro stavební povolení – F3. Rozpočtová část: SmVaK Ostrava a.s., 2012
- [70] ROURA KAM 250/ 2,5 m C 160 Spoj C – Polyuretan [online]. [cit. 10.2.2016] Dostupné na internetu: <http://www.pcvalfa.cz/kameninove-roury-a-tvarovky/roura-kam-250-25m-c-160-spoj-c-polyuretan/>
- [71] Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, stoka „BE,BF“ po směru toku z rev. šachty č. 299 do rev. šachty č. 243, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [72] Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, stoka „BE,BF“ proti směru toku z rev. šachty č. 306 do rev. šachty č.307, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [73] Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, stoka „BG“ po směru toku z rev. šachty č. 296 do rev. šachty č.232, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [74] Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BE,BF“ po směru toku z rev. šachty č. 304 do rev. šachty č.303, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [75] Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BG“ proti směru toku z rev. šachty č. 296 do rev. šachty č.297, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s., 2013
- [76] Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BG“ proti směru toku z rev. šachty č. 296 do rev. šachty č.297, snímek z DVD, SmVaK Ostrava a.s., 2013

Seznam zahraničních zdrojů:

[3] Wastewater Treatment [online]. [cit. 12.4.2016] Dostupné na internetu: <http://water.usgs.gov/edu/wuwww.html>

[29] Nástrčná kamera IBAK ORION [online]. [cit. 25.1.2016] Dostupné na internetu: http://www.ibak.de/fileadmin/ibak-content/docs-public/downloads-2014/en/131218_Products_21x21_en.pdf

Seznam obrázků:

<i>Obr. 1 Letecký snímek města Štramberk [5]</i>	5
<i>Obr. 2 Kotouč Štramberk – Lom [7]</i>	6
<i>Obr. 3 Situace kanalizace Ulice Horní Bašta, město Štramberk- letecký snímek [14]</i>	11
<i>Obr. 4 Ze záznamu kamery ITV – přesazená přípojka vlevo nahoře a netěsné spoje trub [15]</i>	12
<i>Obr. 5 Ze záznamu kamery ITV – překážka v potrubí, bahení a šterkový nános [16]</i>	12
<i>Obr. 6 Ze záznamu kamery ITV – nános nečistot na dně potrubí [17]</i>	13
<i>Obr. 7 Ze záznamu kamery ITV – porušený spoj kanalizačního potrubí [18]</i>	13
<i>Obr. 8 Ze záznamu kamery ITV – degradovaný beton uvnitř kanalizačního potrubí [19]</i>	13
<i>Obr. 9 Integrovaný systém odvodnění urbanizovaného území [20]</i>	18
<i>Obr. 10 Jednotná stoková soustava [21]</i>	22
<i>Obr. 11 Oddílná stoková soustava [22]</i>	23
<i>Obr. 12 Modifikovaná stoková soustava [23]</i>	24
<i>Obr. 13 Radiální systém [24]</i>	25
<i>Obr. 14 Větvový systém [25]</i>	26
<i>Obr. 15 Úchytný systém [26]</i>	26
<i>Obr. 16 Pásmový systém [27]</i>	27
<i>Obr. 17 Nástrčná kamera IBAK Orion [30]</i>	28
<i>Obr. 18 Nástrčná kamera IBAK Orion s nástavcem pro odbočení z hlavního řádu do přípojky [31]</i>	28
<i>Obr. 19 Pojízdňá kamera ITV [33]</i>	29
<i>Obr. 20 Pojízdňá kamera ITV [zdroj vlastní]</i>	29
<i>Obr. 21 Pojízdňá kamera ITV [Zdroj vlastní]</i>	29
<i>Obr. 22 Kamera Rausch [35]</i>	30
<i>Obr. 23 Kamera PANORAMO [38]</i>	31
<i>Obr. 24 Spouštění robota do revizní šachty [40]</i>	31
<i>Obr. 25 Kanalizační robot KASRO [41]</i>	32
<i>Obr. 26 Robot ve vejčitém profilu [43]</i>	32

<i>Obr. 27 Robot při otevírání přípojky zaslepené krátkým rukávцем [44]</i>	33
<i>Obr. 28 Přípojka opravená kloubem v DN 400/200 mm [46]</i>	33
<i>Obr. 29 Kloubovací jednotka [47]</i>	33
<i>Obr. 30 Betonové potrubí po opravě krátkým rukávцем[49]</i>	34
<i>Obr. 31 Plastové potrubí po opravě krátkým rukávцем[50]</i>	34
<i>Obr. 32 Práce techniků s kanalizační vložkou INSAK[54]</i>	38
<i>Obr. 33 Vůz přepravující techniku UV Liner [61]</i>	42
<i>Obr. 34 Pojízdna soustava UV lamp [61]</i>	43
<i>Obr. 35 Zjednodušená situace kanalizace[66]</i>	49
<i>Obr. 36 Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, stoka „BE,BF“ po směru toku z rev. šachty č. 299 do rev. šachty č. 243[71]</i>	57
<i>Obr. 37 Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, stoka „BE,BF“ proti směru toku z rev. šachty č. 306 do rev. šachty č. 307 [72]</i>	58
<i>Obr. 38 Ze záznamu kamery ITV – vložka INSAK, kanalizační přípojka stoka „BG“ po směru toku z rev. šachty č.296 do rev. šachty 232 [73]</i>	58
<i>Obr. 39 Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BE,BF“ po směru toku z rev. šachty č. 304 do rev. šachty č. 303 [74]</i>	59
<i>Obr. 40 Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BG“ proti směru toku z rev. šachty č. 296 do rev. šachty č. 297 [75]</i>	59
<i>Obr. 41 Ze záznamu kamery ITV – Tvárná Litina, stoka „BG“ kanalizační přípojka, proti směru toku z rev. šachty č. 296 do rev. šachty č. 297[76]</i>	60

Seznam tabulek:

<i>Tabulka č.1 Přehled cenových nákladů var.1 (výkopem a vyvložkováním)[69]</i>	51
<i>Tabulka č.2 Přehled cenových nákladů var.2 (celkovým vyvložkováním)</i>	53
<i>Tabulka č. 3 Přehled cenových nákladů var.3 (výkopem a vyvložkováním při změně materiálu kanalizačního potrubí)</i>	55
<i>Tabulka č.4 Přehled cen jednotlivých variant</i>	56

